

TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TRANSPORTES MARÍTIMOS INTERNACIONAIS E IMPLICAÇÕES NAS INFRAESTRUTURAS PORTUÁRIAS

JOSÉ MIGUEL REIS DE BRITO E CASTRO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM HIDRÁULICA

Orientador: Professor Doutor Catedrático Fernando Francisco
Machado Veloso Gomes

JUNHO DE 2018

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2017/2018

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2017/2018 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2018*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais

*E outra vez conquistemos a Distância
Do mar ou outra, mas que seja nossa.
Fernando Pessoa*

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação constitui um dos últimos passos na minha formação académica e foi possível realizar-se devido à colaboração de várias pessoas que pretendo aqui referir, de forma resumida.

Em primeiro lugar, agradeço a familiares, com especial destaque para os meus pais, por todo o apoio, educação, disponibilidade e incentivos na minha formação, enquanto pessoa, e que tornaram tudo isto possível.

Em segundo lugar, apresento um enorme agradecimento ao Professor Doutor Catedrático Fernando Francisco Machado Veloso Gomes, orientador desta dissertação de mestrado integrado, por todo o apoio, disponibilidade, paciência, motivação e conhecimento partilhado não só na realização deste trabalho como ao longo deste ano letivo.

Em terceiro lugar, agradeço a todos os meus amigos e colegas de curso, que constituíram um grande suporte pelo apoio e disponibilidade que sempre demonstraram.

Em quarto lugar, agradeço a todos os meus professores de Mestrado Integrado em Engenharia Civil na FEUP, destacando os professores do ramo de especialização de Hidráulica pelo seu contributo não só na minha formação académica, mas também como pessoa.

Também agradeço ao IHRH e à Senhora Esmeralda Miguel pela sua total disponibilidade, simpatia e paciência, ao longo deste último ano.

A todos, um grande e sincero obrigado!

RESUMO

Esta dissertação tem como principais objetivos a avaliação da evolução das dimensões dos navios e as implicações daí decorrentes, em diferentes níveis, nas infraestruturas portuárias.

Numa primeira fase, é abordada a evolução do comércio marítimo internacional por via marítima, dos navios mercantes e dos diferentes terminais portuários. Após a demonstração da evolução das principais dimensões dos navios mostram-se as implicações essenciais em infraestruturas portuárias, em vários aspetos. O primeiro aspeto abordado é a necessidade de melhoria/criação de canais de aproximação e bacias de manobras, seguido da necessidade de reabilitação dos cais de acostagem. Apresentam-se as considerações fundamentais para o dimensionamento destes canais, através de um relatório da PIANC, e a exibição de perfis transversais de diferentes tipos soluções adotadas na reabilitação de alguns cais de acostagem. De seguida, evidenciam-se algumas condicionantes para a evolução da área dos portos e a necessidade das autoridades portuárias expandirem os mesmos para o plano de água. Para além disto, ainda se apresentam diversos tipos de acessibilidades relacionadas com infraestruturas portuárias e a sua importância na cadeia logística. Na fase final, apresentam-se as localizações preferidas para a implantação de portos e a evolução histórica de algumas destas infraestruturas. Destaca-se também a necessidade recorrente da construção/extensão de quebra-mares nesta evolução. Por último, aborda-se algo, inseparável e bastante relevante, decorrente das diversas estruturas e obras marítimas: os impactes ambientais, com especial enfoque no panorama nacional. Ao longo desta dissertação, apresentam-se diversos exemplos, internacionais e nacionais, para uma fundamentação das considerações efetuadas.

PALAVRAS-CHAVE: Navios Mercantes, Evolução de Infraestruturas Portuárias, Transporte Marítimo Internacional, Localização de Portos, Impactes Ambientais.

ABSTRACT

The main objectives of this work are the evaluation of ships dimensions evolution and the consequences of this trend on port facilities.

In the initial chapters the evolution of international maritime trades by merchant ships and the different port facilities is addressed. Following the demonstration of the evolution of the major vessel sizes, the key implications for port infrastructure are shown in several aspects. The first topic addressed is the need for improvement/construction of approach channels and manoeuvring basins, followed by the necessity of rehabilitation of berths. Guidelines proposed by a PIANC Report for the design of approach channels and the presentation of cross sections used in berthing structures are presented. The need of new areas by port authorities to expand their terminals and some restrictions in the process led the choice to develop into water areas.

In addition, there are work present several types of accessibility related to port infrastructure and their importance in the logistics chain. In the final chapters are presented the preferred locations for the implantation of ports and the historical evolution of some of these infrastructures. In this chapter is highlighted the recurrent need for the construction / extension of breakwaters in this evolution. In the final phase, the preferred locations for the implantation of ports and the historical evolution of some of these infrastructures are presented. Also worthy of note is the recurrent need for the construction / extension of breakwaters in this evolution. In order to make a solid foundation of the considerations made, in this dissertation are presented several examples of international and national cases.

KEYWORDS: Merchant Ships, International Maritime Transport, Environmental Impacts, Port Locations, Port infrastructure evolution

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO.....	III
ABSTRACT	V
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1. ENQUADRAMENTO DO TEMA E OBJETIVOS	1
1.2. DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS	2
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	3
2 NAVIOS MERCANTES E TERMINAIS	5
2.1. INTRODUÇÃO E EVOLUÇÃO DO TRANSPORTE MARÍTIMO	5
2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA	6
2.2.1. NAVIOS PORTA-CONTENTORES	6
2.2.2. NAVIOS GRANELEIROS	8
2.2.3. NAVIOS TANQUE	9
2.2.4. NAVIOS RO-RO.....	11
2.2.5. NAVIOS CRUZEIRO	12
2.2.6. FROTA MUNDIAL	13
2.3. COMÉRCIO MARÍTIMO INTERNACIONAL	13
2.3.1. EVOLUÇÃO DA CARGA TRANSPORTADA.....	14
2.3.2. PERFORMANCE NOS PORTOS DE CONTENTORES INTERNACIONAIS	15
2.4. TIPOS DE TERMINAIS ESPECIALIZADOS	16
2.4.1. TERMINAL DE CONTENTORES.....	16
2.4.2. DEFINIÇÃO DAS DIFERENTES ÁREAS DO TERMINAL DE CONTENTORES	18
2.4.2.1. Tipo de terminais de contentores e configuração do cais	19
2.4.2.2. Equipamentos de cais	20
2.4.2.3. Tendências nos terminais de contentores	21
2.4.3. TERMINAL DE GRANEIS SÓLIDOS	22
2.4.3.1. Armazenagem	23
2.4.3.2. Acessibilidades	25
2.4.4. TERMINAL DE GRANEIS LÍQUIDOS	25
2.4.4.1. Configuração de Estruturas de Acostagem	25
2.4.4.2. Equipamentos.....	26
2.4.4.3. Armazenamento e Acessibilidades	27
2.4.4.4. Tendências nos terminais de graneis líquidos	27
2.4.5. TERMINAL RO-RO.....	28
2.4.5.1. Tipos de Terminais	28

2.4.5.2. Configuração do Cais	29
2.4.5.3. Armazenamento	30
2.4.6. TERMINAL DE CRUZEIROS.....	30
2.5. SÍNTESE	32
3 REABILITAÇÃO DOS CAIS DE ACOSTAGEM E AUMENTO DE DIMENSÕES DOS CANAIS DE APROXIMAÇÃO	35
3.1. INTRODUÇÃO	35
3.2. PLANO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO DO PORTO DE LEIXÕES	35
3.3. IMPLICAÇÕES NOS CANAIS DE APROXIMAÇÃO	39
3.3.1. CANAIS DE APROXIMAÇÃO	40
3.3.2. CONSIDERAÇÕES ECONÓMICAS.....	40
3.3.3. FASES DE PROJETO	41
3.3.4. AMPLIAÇÃO DA BACIA DE MANOBRAS DO PORTO DE LEIXÕES	48
3.3.5. AMPLIAÇÃO DO CANAL DE APROXIMAÇÃO E DA BACIA DE MANOBRAS DO PORTO DE JACKSONVILLE.....	49
3.4. REABILITAÇÃO DOS CAIS DE ACOSTAGEM	50
3.4.1. SOLUÇÕES EXECUTADAS EM PORTOS INTERNACIONAIS	53
3.4.2. SOLUÇÕES EXECUTADAS NO PORTO DE LEIXÕES.....	61
3.4.2.1. Doca nº 1	62
3.4.2.2. Doca nº 2	63
3.4.2.3. Terminal Multiusos	64
3.4.2.4. Doca nº 4	65
3.5. SÍNTESE	66
4 AUMENTO DE TERRAPLENOS E CRIAÇÃO/MELHORIA DE ACESSIBILIDADES	67
4.1. INTRODUÇÃO	67
4.2. AUMENTO DE TERRAPLENOS	67
4.2.1. NOVA IORQUE.....	68
4.2.2. SINGAPURA	70
4.2.3. DESENVOLVIMENTO DAS INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS.....	72
4.2.4. OPÇÃO DE AMPLIAÇÃO	74
4.2.5. CONSIDERAÇÕES DE CUSTOS PARA O DIMENSIONAMENTO DE TERMINAIS	76
4.2.6. PORTOS <i>HUB</i>	76
4.3. ACESSIBILIDADES	78
4.3.1. LIGAÇÕES NO <i>HINTERLAND</i>	79
4.3.2. ACESSIBILIDADES ATRAVÉS DE CANAIS ARTIFICIAIS	81

4.3.2.1. Aprofundamento Do Canal Do Panamá, Panamá	82
4.3.2.2. Aprofundamento do Canal do Suez, Egito	84
4.3.2.3. Aprofundamento do Canal de Kiel, Alemanha	85
4.3.2.4. Comparação Entre Os Canal Do Panamá e Do Suez	86
4.3.3. ACESSIBILIDADES ATRAVÉS DE CANAIS NATURAIS, O RIO ELBA.....	87
4.3.4. ACESSIBILIDADES FERROVIÁRIAS.....	88
4.3.5. ACESSIBILIDADES AEROPORTUÁRIAS	89
4.3.6. ACESSIBILIDADES RODOVIÁRIAS	89
4.3.7. CADEIA LOGÍSTICA.....	90
4.3.7.1. Plataforma Logística do Porto de Leixões	91
4.4. SÍNTESE	93
5 LOCALIZAÇÃO DE PORTOS, OCUPAÇÃO DE NOVAS ÁREAS E EXTENSÃO DE QUEBRAMARES.....	95
5.1. INTRODUÇÃO	95
5.2. LOCALIZAÇÕES DE CONSTRUÇÕES DE PORTOS E ESTRATÉGIAS DE EXPANSÃO	95
5.2.1. ESTUÁRIOS E RIAS.....	96
5.2.1.1. Sistemas lagunares	97
5.2.2. BAÍAS.....	98
5.2.2.1. Refração	99
5.2.3. RESTINGAS.....	99
5.3. LOCALIZAÇÃO DOS PORTOS DAS ANTIGAS CIVILIZAÇÕES NO MAR MEDITERRÂNEO	99
5.3.1. ANTIGO PORTO DE ALEXANDRIA, EGITO.....	99
5.3.2. ANTIGO PORTO DE PIRAEUS, GRÉCIA	100
5.3.3. ANTIGO PORTO DE CLÁUDIO, ITÁLIA.....	101
5.4. TIPOS DE QUEBRAMARES UTILIZADOS.....	103
5.5. EVOLUÇÃO DOS PORTO EM RIAS OU EM ESTUÁRIOS.....	103
5.5.1. EVOLUÇÃO DO PORTO DE OSLO, NORUEGA.....	103
5.5.2. EVOLUÇÃO DO PORTO DE VIANA DO CASTELO, PORTUGAL	104
5.5.3. EVOLUÇÃO DO PORTO DE LEIXÕES, PORTUGAL	106
5.5.4. EVOLUÇÃO DO PORTO DA FIGUEIRA DA FOZ, PORTUGAL.....	108
5.5.5. EVOLUÇÃO DO PORTO DE AVEIRO, PORTUGAL	109
5.5.6. EVOLUÇÃO DO PORTO DE VIGO, ESPANHA.....	110
5.5.7. EXPANSÃO DO PORTO NA LAGOA DE VENEZA.....	111
5.6. EVOLUÇÃO DE PORTOS EM BAÍAS	113
5.6.1. PORTO DO RIO DE JANEIRO NA BAÍA DE GUANABARA.....	114
5.6.2. PORTO DE ALGECIRAS.....	116

5.6.2.1. Quebramar Destacado	117
5.6.3. PORTO DE SINES.....	119
5.7. EVOLUÇÃO DE PORTOS EM RESTINGAS	120
5.7.1. PORTO DE ITAGUAÍ, RIO DE JANEIRO, BRASIL.....	121
5.7.2. PORTO DE LOBITO, ANGOLA.....	121
5.7.3. EVOLUÇÃO DO PORTO DE LUANDA, ANGOLA	122
5.8. CONSTRUÇÃO DE NOVOS PORTOS.....	123
5.8.1. NOVO PORTO DA CORUNHA	123
5.8.2. MARINA E PORTO DE PESCA DE VILAMOURA, PORTUGAL	124
5.8.3. NOVO PORTO DA QUARTEIRA (LOULÉ), PORTUGAL	125
5.8.4. NOVO NÚCLEO DE PESCA DA AFURADA, PORTUGAL	126
5.9. SÍNTESE	127
6 IMPACTES AMBIENTAIS RELACIONADOS COM CASOS NACIONAIS RECENTES	129
6.1. INTRODUÇÃO	129
6.2. AVALIAÇÃO DE IMPACTE AMBIENTAL (AIA).....	129
6.2.1. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE IMPACTE AMBIENTAL	131
6.2.2. INTERVENÇÕES PORTUÁRIAS.....	131
6.3. IMPACTES AMBIENTAIS GLOBAIS	132
6.4. PROLONGAMENTO DO QUEBRAMAR EXTERIOR DO PORTO DE LEIXÕES.....	134
6.4.1. DESCRIÇÃO DA GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E TOPO-HIDROGRAFIA.....	135
6.4.2. AVALIAÇÃO GLOBAL DE IMPACTES AMBIENTAIS. PRÉ-AVALIAÇÃO DE 2016 E AIA DE 2018.....	135
6.4.3. COMPARAÇÃO DOS IMPACTES NA FASE DE CONSTRUÇÃO, PRÉ-AVALIAÇÃO DE 2016 E AIA DE 2018.....	136
6.4.4. COMPARAÇÃO DOS IMPACTES NA FASE DE EXPLORAÇÃO, PRÉ-AVALIAÇÃO DE 2016 E AIA DE 2018.....	137
6.5. APROFUNDAMENTO DO CANAL DE APROXIMAÇÃO AOS ESTALEIROS NAVAIS DO PORTO DE VIANA DO CASTELO	138
6.5.1. COMPARAÇÃO DOS IMPACTES NA FASE DE CONSTRUÇÃO, PRÉ-AVALIAÇÃO DE 2018 E AIA DE 2018.....	139
6.5.2. COMPARAÇÃO DOS IMPACTES NA FASE DE EXPLORAÇÃO, PRÉ-AVALIAÇÃO DE 2018 E AIA DE 2018.....	139
6.6. MELHORIA DAS ACESSIBILIDADES AO PORTO DE SETÚBAL	140
6.7. AMPLIAÇÃO DO TERMINAL DE CONTENTORES TXXI DO PORTO DE SINES, 3ª E 4ª FASES	141
6.8. MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DE IMPACTES AMBIENTAIS NA FASE DE CONSTRUÇÃO	142

6.9. CONSIDERAÇÕES SOBRE O EIA RELATIVAMENTE A ESTRUTURAS PORTUÁRIAS EM PORTUGAL, ESTUDO DE 2011	143
6.10. SÍNTESE	146
7 SÍNTESE E CONCLUSÕES	147
7.1. SÍNTESE E CONCLUSÕES	147
7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	148
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
ANEXOS	157
ANEXO A: DIMENSIONAMENTO DOS CANAIS DE APROXIMAÇÃO E DAS BACIAS DE MANOBRAS	159
ANEXO B: EXEMPLOS DE PROJETOS DE AUMENTO DAS DIMENSÕES DOS CANAIS DE APROXIMAÇÃO E DAS BACIAS DE MANOBRAS	163
ANEXO C: EXEMPLOS DE PROJETOS DE REABILITAÇÃO DE CAIS DE ACOSTAGEM	171
ANEXO D: EXEMPLOS DE PROJETOS DE AMPLIAÇÃO DE TERRAPLENOS	179
ANEXO E: EXEMPLOS DE PROJETOS DE EXPANSÃO DE PORTOS E QUEBRAMARES	187
ANEXO F: AVALIAÇÃO DE IMPACTES AMBIENTAIS.....	191

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma geral associável aos projetos de instalações portuárias - Fonte: Adaptado Veloso Gomes, 2018	2
Figura 2 – Evolução da capacidade dos navios porta-contentores da frota mundial – Fonte: Adaptado Ocean Shipping Consultants, 2016.....	7
Figura 3 – Evolução dos navios porta-contentores – Fonte: http://forwardflorida.com/international/ripple-effect/	8
Figura 4 – Perfil longitudinal do graneleiro Robert L.D. – Fonte: Veloso Gomes, 1976	9
Figura 5 – Navios Tanque para produtos petrolíferos por categoria e porte em dwt em 2014 – Fonte: eia.com	10
Figura 6 – Exemplo de um Navio RoRo - Fonte: Adaptado macgregor.com	11
Figura 7 -Navio Cruzeiro MS Harmony of the Seas - Fonte: usatoday.com.....	12
Figura 8 – Rotas marítimas internacionais por tipologia de navio em 2012 - Fonte: Adaptado shipmap.org.....	13
Figura 9 - Evolução da quantidade de diferentes tipos de mercadorias transportadas por via marítima - Fonte: Adaptado UNCTAD, 2017	14
Figura 10 – <i>Turnaround times</i> (em número de dias) nos portos de contentores em diversos continentes - Fonte: Adaptado UNCTAD, 2017.....	15
Figura 11 – Volumes de contentores nos portos mundiais em 2016 - Fonte: Adaptado UNCTAD, 2017	17
Figura 12 – Diferentes elementos de um terminal de contentores – Fonte: Adaptado Carlo <i>et al</i> , 2013	19
Figura 13 – Esquema de um terminal de contentores de importação/exportação - Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013.....	19
Figura 14 - Evolução das dimensões dos equipamentos elevatórios de cais em metros – Fonte: Adaptado APM Terminals, 2016	21
Figura 15 - Esquemas de terminais de graneis sólidos e formas de armazenagem - Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013	22
Figura 16 – Sistemas de movimentação de carga para graneis sólidos - Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013.....	24
Figura 17 - Esquemas de terminais de graneis líquidos – Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013	25
Figura 18 -Configuração de estruturas de acostagem para terminais de graneis líquidos – Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013.....	26
Figura 19 – Equipamento de movimentação de graneis líquidos – Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013.	27
Figura 20 – Rampa do terminal Ro.Ro no porto de Dunquerque França – Fonte: dunkerque-port.fr..	28
Figura 21 – Diferentes configurações de cais para terminais Ro-Ro - Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013	29

Figura 22 – Disposições construtivas para rampas fixas - Fonte: Adaptado ISO:6812:1983, 1983	30
Figura 23 – Planta exemplificativa de um Terminal de Cruzeiros e os diferentes elementos – Fonte: Adaptado Tewes, 2013	31
Figura 24 - Corte exemplificativo de um Terminal de Cruzeiros - Fonte: Adaptado Tewes, 2013	32
Figura 25 - Planta da ação 01 – Fonte: Adaptado APDL, 2006.....	37
Figura 26 - Ação 2 - Fonte: Adaptado APDL, 2006	38
Figura 27 - Evolução do Tráfego de Mercadorias no Porto de Leixões - Fonte: Adaptado APDL relatório e contas e boletim estatístico de 2002.....	38
Figura 28 – Esquema das implicações nos canais de aproximação e nas bacias de manobra (Corte e Planta)	39
Figura 29 – Planta do canal de aproximação – Fonte: Adaptado PIANC, 2014.....	42
Figura 30 – Corte do canal de aproximação e fatores que influenciam o dimensionamento da dimensão horizontal – Fonte: Adaptado PIANC, 2014	44
Figura 31 – Corte do canal e fatores que influenciam o dimensionamento da dimensão vertical – Fonte: PIANC, 2014.....	45
Figura 32 – Planta da área de manobras dentro de um porto – Fonte: ROM 3.1-99, 2007	47
Figura 33 - Bacia de manobras na fase de estudo prévio - Fonte: IHRH, 2008.....	49
Figura 34 – Projeto recomendado para o Porto de Jacksonville, no Estado da Florida - Fonte: Adaptado USACE, 2014	50
Figura 35 – Ações e efeitos nas estruturas de acostagem, situação atual e tendência futura	51
Figura 36 – Perfil transversal do terminal de contentores do Porto de JadeWeser, Wilhelmshaven, Alemanha - Fonte: Adaptado Kluth e Ehmen, 2011.....	52
Figura 37 – Proposta de expansão do Terminal de Alcântara na fase de Estudo Prévio - Fonte: Adaptado ARQPAIS, 2010.....	54
Figura 38 – Solução em caixões no Terminal de Contentores de Alcântara – Fonte: Veloso Gomes.	54
Figura 39 - Perfil transversal da solução adotada e perfil da parede estacas-pranchas - Fonte: Adaptado Arcelormittal, 2009	55
Figura 40 - Cais Príncipe Felipe – Fonte: Jiménez e Pérez, 2012	56
Figura 41 – Perfil representativo dos Cais Norte e Este – Fonte: Jiménez e Pérez, 2012.....	56
Figura 42 – Estrutura existente e após reabilitação no 3 rd Harbour Dock - Fonte: G. Thues <i>et al</i> , 1993	57
Figura 43 – Perfil transversal da solução adotada Cais de Predohlkai, Terminal de Contentores Eurogate do Porto de Hamburgo, Alemanha – Fonte: Arcelormittal, 2009	58
Figura 44 - Estrutura existente monitorizada em função do tempo e dos deslocamentos horizontais, e medidas de reforço de emergência – Fonte: Hillewaere e Feremans, 2016	59
Figura 45 – Solução de Estabilização no Cais D'Herbouvillekaai - Fonte: Hillewaere e Feremans, 2016	60

Figura 46- Solução adotada no Cais De Gerlachekaai - Fonte: Adaptado Hillewaere e Feremans, 2016	60
Figura 47 – Planta do Porto de Leixões e definição de terminais e docas – Fonte: Adaptado apdl.pt	61
Figura 48 - Perfil e Muros Cais em Arcadas da Doca nº1 – Fonte: Adaptado APDL, 2015	62
Figura 49 – Reparação dos Muros-Cais em Arcadas, da Doca 1 do Porto de Leixões, entre 1973 e 1974 – Fonte: Adaptado APDL, 2015	62
Figura 50 - Perfil do cais gravítico da doca 1 e perfil do Terminal Polivalente Sul reabilitado - fonte: Adaptado APDL, 2015.....	63
Figura 51 – Perfis da doca 2 e estrutura reabilitada - Fonte: Adaptado APDL, 2012.....	64
Figura 52 – Perfis do terminal multiusos, no cais polivalente e no cais avançado no molhe sul - Fonte: Adaptado APDL, 2012.....	65
Figura 53 - Perfis da Doca 4 Norte, Sul e Nascente – Fonte: Adaptado APDL, 2012.....	66
Figura 54 - Vista área da cidade de Nova Iorque em 1951 - Fonte: theatlantic.com	68
Figura 55 – Vista aérea da cidade de Nova Iorque em 2013 – Fonte: commons.wikimedia.org	69
Figura 56 – Evolução de parte da zona portuária entre 1994 e 2017 – Fonte: Google Earth, 2018....	70
Figura 57- Evolução da área terrestre de Singapura entre 1984 e 2016 – Fonte: Google Earth, 2018	71
Figura 58 – Informação necessária para a elaboração do plano estratégico de desenvolvimento - Fonte: Adaptado UNCTAD, 1985	74
Figura 59 – Configurações de cais - Fonte: Adaptado UNCTAD,1985	74
Figura 60 – Alternativas para expansão do terraplino	75
Figura 61 – Considerações de custo benefício - Fonte: Adaptado UNCTAD, 1985.....	76
Figura 62 – Esquematização da cadeia logística - Fonte: Adaptado Ward, 2014.....	81
Figura 63 - Localização do Canal - Fonte: britannica.com	82
Figura 64 – Última ampliação do Canal do Panamá - Fonte: Adaptado panamacanal.salini-impregilo.com	83
Figura 65 – Evolução da secção transversal do canal do Suez - Fonte: Adaptado suezcanal.gov.eg	84
Figura 66 - Evolução do número de navios e da quantidade de carga movimentada no canal do Suez - Fonte: Suez Canal, 2017.....	85
Figura 67 - Vantagens de rotas através do Canal Kiel – Fonte: portalnok.de	86
Figura 68 – Portos Alemães no interior do Rio Elba – Fonte: hafen-hamburg.de	88
Figura 69 – Exemplo de cadeia logística do transporte por via-férrea - Fonte: Adaptado Van der Horst e van der Lugt, 2009	91
Figura 70 - Localização dos polos e das acessibilidades da plataforma logística de Leixões - Fonte: apdl.pt.....	92
Figura 71 - Acessibilidades terrestres ao Porto de Leixões - Fonte: apdl.pt	93
Figura 72 – Processos num estuário - Fonte: Adaptado Dalrymple <i>et al</i> , 1992	96

Figura 73- Formas em função da energia de ondas e de maré – Fonte: Adaptado Dalrymple <i>et al</i> , 1992	97
Figura 74 – Interação das ondas com fronteiras solidas em baías - Fonte: Imagem de Byron Inouye em https://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/physical/coastal-interactions/wave-coast-interactions	98
Figura 75 – Antigos Portos de Alexandria Fonte: Shepherd, 1911.....	100
Figura 76 – Porto de Piraeus e de Phalerum - Fonte: emersonkent.com.....	101
Figura 77 - Evolução da faixa costeira junto ao Porto Cláudio parcialmente por Bersani e Moreti, 2008 e configurações do Porto propostas por Peruzzi e por Franco - Fonte: Adaptado Franco e Noli, 2009	102
Figura 78 - Zona Portuária de Oslo no plano de remodelação e Localização do Porto – Fonte: Adaptado Plan for Fjordbyen, 2008 e Google Earth, 2018.....	104
Figura 79 – Vista panorâmica da foz do rio Lima - Fonte: https://maolmar.blogs.sapo.pt/2007/12/ .	105
Figura 80 – Instalações portuárias na margem esquerda do estuário inferior do rio Lima - Fonte: viana.apdl.pt	105
Figura 81 – Evolução do Porto de Leixões – Fonte: Adaptado APDL, 2015 ; Google Earth, 2018; Nemus, 2018.....	107
Figura 82 - Evolução do Porto entre 2003 e 2015 – Fonte: Google Earth, 2018	108
Figura 83 – Expansão do Porto de Aveiro - Fonte: Adaptado Ministério das Obras Públicas,1959 ..	109
Figura 84 – Planta atual do Porto de Aveiro - Fonte: Adaptado portodeaveiro.pt	109
Figura 85 - Proposta para expansão do quebramar Norte do Porto de Aveiro, dragagem do canal de acesso e Biótopos- Fonte: Atkins, 2009.....	110
Figura 86- Anteprojeto para ampliação do porto de Vigo em 1913 - Fonte: APV, 2014	111
Figura 87 – Evolução da área portuária de Vigo entre 1984 e 2017 – Fonte: Google Earth, 2018 ...	111
Figura 88 – Lagoa de Veneza – Fonte: Adaptado Google Earth, 2018.....	112
Figura 89 – Localização do Terminal <i>Offshore</i> - Fonte: Adaptado http://dstandish.com	113
Figura 90 – Localização do Porto do Rio de Janeiro na Baía de Guanabara – Fonte: Google Earth, 2018	114
Figura 91 – Requalificação e ampliação dos Terminais Ro-Ro e de Contentores – Fonte: Google Earth, 2018.....	115
Figura 92 – Evolução do Porto de Algeciras de 1986 a 2017 – Fonte: Google Earth, 2018.....	116
Figura 93 - Baía de Algeciras em 2016 - Fonte: APBA, 2017.....	117
Figura 94 - Condições de tempestade - Fonte: APBA, 2015.....	118
Figura 95 – Perfil Transversal do Quebramar Destacado - Fonte: Jiménez e Pérez, 2012.....	118
Figura 96 - Caracterização da agitação ao largo de Sines - Fonte: Nemus, 2014.....	119
Figura 97 – Evolução do Porto de Sines – Fonte: Google Earth, 2018.....	120
Figura 98 - Localização do Porto de Itaguaí - Fonte: Adaptado: Google Earth, 2018.....	121

Figura 99 – Evolução do Porto de Lobito entre 2004 e 2017 – Fonte: Google Earth, 2018.....	121
Figura 100 - Evolução do Porto de Luanda entre 2004 e 2018 - Fonte: Google Earth, 2018	122
Figura 101 – Localização dos Portos da Corunha – Fonte: Google Earth, 2018	123
Figura 102 - Plano Geral do Porto e Acessibilidades – Fonte: Adaptado Freire <i>et al</i> , 2012	124
Figura 103 – Evolução da Marina de Vilamoura Porto de Pesca no anteporto (entre os novos quebramares) - Fonte: algarveimobiliaria.com.....	125
Figura 104 – Vilamoura e Quarteira antes da construção do novo porto de pesca na Quarteira. Campos de esporões a sotamar (este) - Fonte: Veloso Gomes, 2017	125
Figura 105 - Novo Porto de Pesca da Quarteira a este da marina de Vilamoura- Fonte: icsa.pt	126
Figura 106 – Comparação das dimensões das docas de Leixões e o projeto não concretizado de novos cais na bacia de S. Paio entre a Afurada e a restinga da foz do Douro – Fonte: IHRH, 1988	127
Figura 107 - Entidades intervenientes e suas competências - Fonte: Adaptado Diário da República, 1. ^a série - N.º 236 - 11 de dezembro de 2017	130
Figura 108 - Processo de Avaliação de Impacte Ambiental - Fonte: Adaptado apambiente.pt	132
Figura 109 – Área de intervenção do projeto de melhoria das condições do canal de acesso ao Porto de Viana do Castelo e Rede Natura 2000 - Fonte: Consulmar, 2017	138
Figura 110 - Expansão proposta para o Terminal XXI do Porto de Sines -Fonte: Nemus, 2014	142
Figura 111 – Representação da evolução da praia de Matosinhos durante 2008 e 2016 - Fonte: Adaptado por Nemus, 2018, com base em LNEC Estudos em modelo físico e numérico do prolongamento do quebramar exterior e das acessibilidades marítimas ao porto de Leixões: estudo III-Avaliação dos impactes na dinâmica sedimentar. Relatório 225/2017 DHA/NEC	145
Figura 112 - Ábaco para determinação da largura adicional em troços curvos – Fonte: PIANC, 2014	160
Figura 113 – Distância adicional (W_P) para canais com duas vias de navegação – Fonte: PIANC, 2014	160
Figura 114 – Largura adicional W_L para secções de canais retilíneos – Fonte: PIANC, 2014	161
Figura 115 – Raio de curvatura R_c em função do tipo de navio para uma razão $h/T=1.2$ – Fonte: PIANC, 2014.....	162
Figura 116 – Largura adicional até à margem dos taludes W_{BR} E W_{BG} – Fonte: PIANC, 2014	162
Figura 117 – Manobrabilidade do navio W_{BM} – Fonte: PIANC, 2014	162
Figura 118 – Elementos constituintes do canal – Fonte: nesta ficha.....	164
Figura 119 – Canal de aproximação e processo completado em 2016 – Fonte: panynj.gov.....	166
Figura 120 - Plano recomendado para melhoria do canal de aproximação em ft – Fonte: nesta ficha	167
Figura 121 – Parte da carta náutica 26404 – Fonte: https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=f21fc17e-c5f9-44af-b428-f1f61f7724c7 . Consultado em 25/06/2018.	169
Figura 122 – Intervenção de expansão do cais – Fonte: ArcelorMittal, 2009.....	172

Figura 123 - Fases 1 e 2 - Fonte: ArcelorMittal, 2009.....	173
Figura 124 – Fases 3 e 4 - Fonte: ArcelorMittal, 2009.....	174
Figura 125 – Perfil da solução adotada - Fonte: ArcelorMittal, 2009.....	174
Figura 126 – Perfil da solução adotada - Fonte: ArcelorMittal, 2009.....	175
Figura 127 – Perfil transversal da solução adotada - Fonte: ArcelorMittal, 2009	176
Figura 128 – Solução adotada, perfil e planta da cortina e ensaio CPT – Fonte na ficha	177
Figura 129 – Evolução dos trabalhos entre julho e novembro de 2009 – Fonte: PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles	180
Figura 130 – Evolução dos trabalhos entre março e junho de 2010 – Fonte: PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles	181
Figura 131 – Evolução dos trabalhos entre setembro de 2010 e fevereiro de 2011 – Fonte: PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles.....	181
Figura 132 – Perfil Transversal do Cais – Fonte: PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles	182
Figura 133 - Planta do Porto de Gijon – Fonte: Adaptado PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles	183
Figura 134 – Secção transversal do quebramar Torres – Fonte: PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles.....	183
Figura 135 - Secção transversal do quebramar Norte – Fonte: PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles.....	184
Figura 136 - Projeto de ampliação do terminal – Fonte: na ficha	185
Figura 137 - Secção transversal do terminal – Fonte: na ficha	185
Figura 138 - Planta do Porto de Algeciras – Fonte: APBA, 2017	188
Figura 139 – Localização e registo da altura de onda significativa por máximos mensais - Fonte: http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx (22/04/2018).....	189
Figura 140 - Matriz síntese de avaliação de impactes ambientais - Fonte: Adaptado Pinto, 2016.....	192
Figura 141 - Matriz síntese de avaliação de impactes ambientais - Fonte: Adaptado Nemus, 2018.	193
Figura 142 - Matriz do AIA do projeto de dragagem do canal de acesso aos estaleiros navais de Viana do Castelo – Fonte: Consulmar, 2017	198

ÍNDICE DE QUADROS

Tabela 1 – Diferentes gerações de navios porta-contentores - Fonte : Adaptado forwardflorida.com ..	7
Tabela 2 – Classificação dos Graneleiros - Fonte: Martingo, 2014	9
Tabela 3 – Classificação dos navios graneleiros - Fonte: Adaptado shipfinance.dk.....	9
Tabela 4 – Categorias dos Navios Tanque - Fonte: Adaptado shipfinance.dk.....	11
Tabela 5 - Classificação de navios Ro-Ro e principais dimensões - Fonte: Adaptado Croatian Ship Building.....	12
Tabela 6 – Diferentes gerações de navios cruzeiro e suas características – Fonte: Adaptado Tewes, 2013.....	12
Tabela 7 - Evolução da Frota Mundial de Navios de 2013 a 2017 - Fonte: Adaptado ISL, 2017	13
Tabela 8 - Características dos contentores – Fonte: Adaptado Agerchou <i>et al</i> , 2004	18
Tabela 9 - Características guindaste pórtico de cais móveis - Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013	20
Tabela 10 – Quantidade de graneis sólidos transportada por via marítima em 2015 e 2016 - Fonte: Adaptado UNCTAD, 2017	23
Tabela 11 - Fator de estiva e ângulo de repouso - Fonte: Adaptado Agerschou <i>et al</i> , 2004	24
Tabela 12 – Diâmetros mínimos e recomendados em função da profundidade de água e comprimentos dos navios – Fonte: Adaptado ROM 3.1-99, 2007	48
Tabela 13 – Soluções adotadas em obras de reabilitação/aprofundamento de cais de acostagem ...	53
Tabela 14 – Indicadores demográficos e áreas - Fonte: data.gov.sg e singstat.gov.sg.....	72
Tabela 15 – Algumas características de vários portos - Fonte: UNCTAD, 2017; portodesines.pt; portofantwerp.com; apba.es; portoflosangeles.org; hafen-hamburg.de; portofrotterdam.com; singstat.gov.sg; Port of Hamburg, 2017; portofrotterdam.com; portodesines.pt	77
Tabela 16 – Comparação das principais características dos canais do Suez e a Terceira Eclusa do Panamá e estatísticas de tráfego - Fonte: pancanal.com e suezcanal.gov.eg	86
Tabela 17 – Critérios de Classificações - Fonte: Adaptado Nemus, 2018	133
Tabela 18 – Classificação do material dragado - Fonte: Diário da República, 1. ^a série — N.º 217 — 12 de Novembro de 2007	134
Tabela 19 – Quantidade de sedimentos dragados e destino dos mesmos- Fonte: Proman, 2017.....	141
Tabela 20 – Planos alternativos para aprofundamento do canal de aproximação e da bacia de manobras - Fonte: nesta ficha.....	165
Tabela 21 - Dimensões recomendadas para os diferentes elementos constitutivos do canal – Fonte: Adaptado nesta ficha.....	167
Tabela 22 - Comparação entre classificação dos descritores dos dois estudos na fase de construção – Fonte: Adaptado Nemus, 2018 e Pinto, 2016	194
Tabela 23 - Comparação entre classificação dos descritores dos dois estudos na fase de exploração – Fonte: Adaptado Nemus, 2018 e Pinto, 2016	196

Tabela 24 - Comparação entre avaliações na fase de construção - Fonte: Adaptado Consulmar, 2017	
.....	198
Tabela 25 – Comparação entre avaliações na fase de exploração – Fonte: Adaptado Consulmar, 2017	
.....	200

SÍMBOLOS E ACRÓNIMOS

B – Largura do navio [m]

C_B – Coeficiente de bloco [-]

C_S – Constante de Icorrels

F_{nh} – Número de Froude [-]

g - Aceleração da gravidade [m/s²]

H_S – Altura de onda significativa [m]

h_i - Altura de água [m]

L_{PP} – Comprimento do navio [m]

T – Calado do navio [m]

V_S – Velocidade do navio [m/s]

$S_{b,l}$ – Bow Squat [m]

W – Largura do canal [m]

W_{BG} – Largura relativa aos taludes laterais [m]

W_{BM} – Largura associada às condições de manobrabilidade básica [m]

W_{BR} – Largura relativa aos taludes laterais [m]

W_I – Largura adicional referente a efeitos de ventos e correntes [m]

W_P – Largura relativa à distância de passagem [m]

∇ - Volume de água deslocado [m³]

ABPA – Autoridade Portuária da Baía de Algeciras

AC – Antes de Cristo

AIA – Avaliação de Impacte Ambiental

APA – Agencia Portuguesa do Ambiente

APDL - Administração dos Portos do Douro e Leixões

APV – Autoridade Portuária de Vigo

CPT – Cone Penetration Test

D – Dimensões

DIA – Declaração de Impacte Ambiental

DWT – Dead Weight Tonnage

EIA – Estudo de Impacte Ambiental

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

GT – Gross Tonnage

HWI – Hamburg Institute of International Economics
IADC – International Association of Dredging Companies
IHRH – Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos e Ambiente
ISO – International Organization for Standardization
IWR – Institute of Water Resources
LNG - Liquefied Natural Gas
MS – Motor Ship
MV – Motor Vessel
NOREF – Non Reflection Blocks
OBO – Ore Bulk Oil
OO – Ore Oil
PEDPL – Plano Estratégico de Desenvolvimento do Porto de Leixões
PIANC – Permanent International Association of Navigation Congresses
PMAV – Preia Mar de Águas Vivas
PDM – Plano Diretor Municipal
POC – Plano da Orla Costeira
ROM – Recomendações para Obras Marítimas
TEU – Twenty-foot Equivalent Unit (Número equivalente de contentores de 20 pés)
TGL – Terminal de Graneis Líquidos
TPL – Terminal
UKC – Under Keel Clearance
ULCC – Ultra Large Crude Carrier
ULCS – Ultra Large Container Ship
UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development
USACE – United States Bureau of Reclamation
VLBC – Very Large Bulk Carrier
VLCS – Very Large Container Ship
VLCC – Very Large Crude Carrier
ZHL – Zero Hidrográfico de Leixões
ZH – Zero Hidrográfico

1 INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO DO TEMA E OBJETIVOS

Desde o período anterior às Antigas Civilizações, as localizações preferidas para a fixação das populações situavam-se sempre em zonas próximas dos oceanos ou de rios. Um dos principais motivos para a escolha destes locais residia na proximidade dos recursos essenciais para a sua sobrevivência, assim como a possibilidade de prática de atividades relacionadas com a pesca e com a utilização de embarcações para navegação e trocas comerciais.

Neste âmbito, o transporte marítimo teve sempre grande importância para fins militares e comerciais, tendo sido sempre sucessivamente aprimorado, ao longo da história. Com a fase de expansão do comércio marítimo mundial, com maior significado a partir da segunda metade do século XX, este continua e continuará a desenvolver-se, no futuro. A sociedade é cada vez mais exigente, ao nível de prazos, de condições de segurança, de operacionalidade, de custos e de requisitos ambientais, o que se reflete, consequentemente, nas condições do transporte marítimo e das infraestruturas portuárias. Deste modo, o principal aumento das dimensões dos navios tem diversas implicações na gestão operacional portuária, na estratégia de desenvolvimento dos portos, e, obviamente, nas infraestruturas portuárias, sendo que as principais implicações resultantes deste aumento, ao nível de infraestruturas portuárias, são as que se enumeram:

- Melhoria/Construção dos canais de aproximação aos portos e das bacias de manobras;
- Aprofundamento dos fundos adjacentes aos cais de acostagem;
- Construção/Reabilitação das estruturas de acostagem e amarração;
- Construção/melhoria de acessibilidades;
- Aumento/Construção de terraplenos;
- Construção/Prolongamento de quebramares;
- Construção de novos portos.

Patrick Verhoeven (IAPH's managing director of policy and strategy) em entrevista para a revista *Terra et Aqua* (#150 - March 2018 Maritime Solutions for a changing world) refere que *“há vinte anos, as pessoas diziam que um navio de 10 000 TEU era absurdo. Desde então, as pessoas têm previsto que será o seu fim, afirmando: atingiu-se agora, realmente, o ponto em que não se podem aumentar mais as dimensões dos navios. Neste momento, não arrisco fazer essas previsões - se um navio de 50 000 TEU aparecer, nos próximos dez anos, nessa altura, certamente, apenas poucos portos terão capacidade para o receber. Então, surgirá a seguinte questão: necessitamos de garantir que todos os portos possam receber navios com esta dimensão? Isso é simplesmente impossível. Os portos terão de se consolidar e encontrar uma forma de terem megaportos com capacidade para a receção destes*

grandes navios. Alguns portos poderão ser promovidos ao estatuto regional, ou hub local, ou entrarem em nichos de mercado como Ro-Ro e outros” (Verhoeven, 2018).

Neste contexto, prevê-se que esta tendência de evolução dos navios e portos continue a decorrer no futuro, com novos desafios.

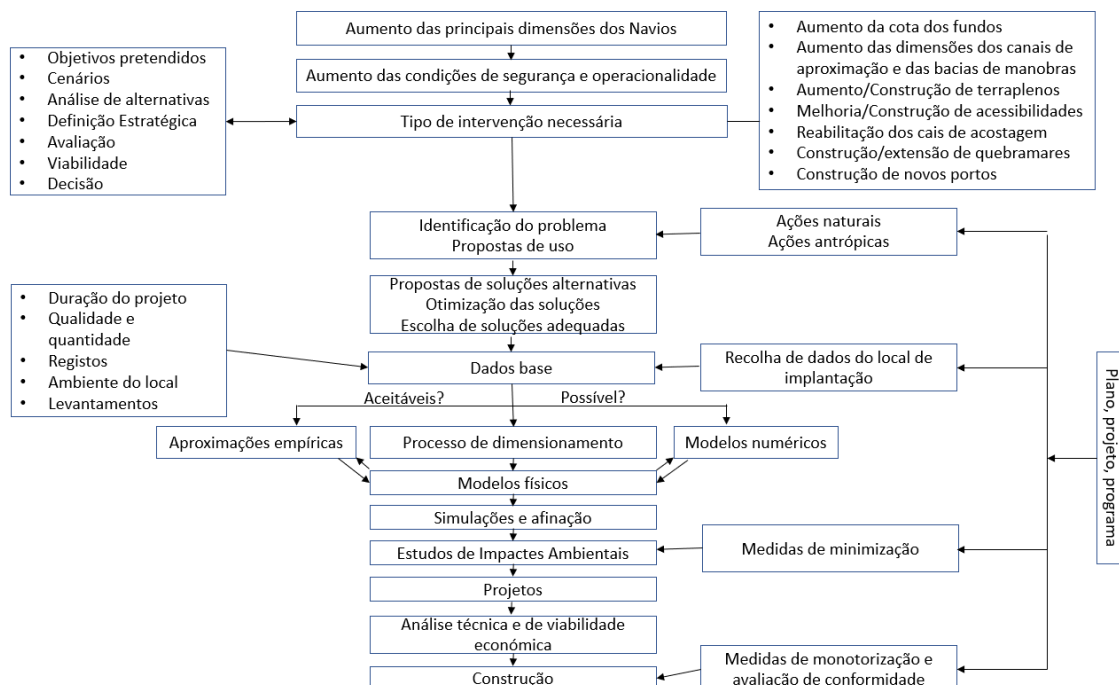


Figura 1 – Fluxograma geral associável aos projetos de instalações portuárias - Fonte: Adaptado Veloso Gomes, 2018

No fluxograma apresentado na Figura 1 resumem-se as principais implicações nas infraestruturas portuárias e ilustra-se uma metodologia simplificada no processo de conceção destas obras marítimas.

1.2. DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS

Este trabalho de dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, no ramo de Hidráulica, com o título “*Tendências de Evolução dos Transportes Marítimos Internacionais e Implicações nas Infraestruturas Portuárias*” tem como principal objetivo a avaliação da evolução das principais dimensões dos navios e as implicações daí decorrentes, em diferentes níveis, nas infraestruturas portuárias, que se têm confrontado com um aumento cada vez maior de exigências operacionais e de segurança. Pretende-se compilar e apresentar exemplos de localizações para a construção de portos e a sua evolução histórica, assim como as implicações desta evolução, ao nível de projeto de diferentes tipos de intervenções (construção/melhoria e ampliação de canais de aproximação; construção/reabilitação de estruturas de acostagem; construção/extensão de quebramares; construção/melhoria de acessibilidades; aumento de terraplenos; construção de novos portos) e apresentar os impactes ambientais associados a estas obras marítimas.

De facto, com navios cada vez maiores, que transportam quantidades de cargas cada vez mais elevadas, são enormes as implicações nas estruturas portuárias.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está dividida em 7 capítulos, sendo que, no presente capítulo, se apresenta o enquadramento deste trabalho, a sua estruturação e se expõem os principais objetivos.

No capítulo 2, designado “*Navios Mercantes e Terminais Portuários*”, apresenta-se, resumidamente, a evolução do transporte marítimo comercial internacional e da carga transportada. Apresentam-se, ainda, as diferentes tipologias dos navios mercantes e a evolução das suas principais dimensões. São também aí abordadas algumas das diferentes imposições e configurações para estas tipologias de navios e terminais portuários por eles exigidos, nomeadamente ao nível de sistemas de movimentação de carga e armazenamento da mesma, através da recolha de dados técnicos.

No capítulo 3, intitulado “*Reabilitação de Cais de Acostagem e Aumento de Dimensões dos Canais de Aproximação*” apresentam-se alguns casos exemplificativos da necessidade de melhoria dos canais de aproximação que constam no plano estratégico de desenvolvimento de alguns portos. Neste capítulo, expõem-se, sucintamente, algumas considerações relativamente ao dimensionamento de canais de aproximação baseado no relatório nº 121 da PIANC. Neste capítulo, tipificam-se e descrevem-se as principais soluções adotadas na reabilitação ou aprofundamento de cais de acostagem, em infraestruturas portuárias, apresentando-se exemplos dessas soluções.

No capítulo 4, designado “*Aumento de Terraplenos e Criação/Melhoria de Acessibilidades*” demonstra-se a necessidade de aumento de terraplenos e algumas condicionantes na expansão dos portos. A mudança de paradigma ao nível da filosofia adotada na configuração dos cais de acostagem é ilustrada com o exemplo da cidade de Nova Iorque. Para ilustrar a falta de áreas terrestres e a necessidade de expansão para o plano de água apresenta-se o exemplo de Singapura. Expõem-se, também, as considerações necessárias para a elaboração de planos estratégicos de desenvolvimento e algumas considerações ligadas ao dimensionamento de cais de acostagem. No que se refere às acessibilidades, indicam-se vários tipos de acessibilidades cruciais, ao nível portuário, e aborda-se a sua importância na cadeia logística.

No capítulo 5, designado “*Localização de Portos, Ocupação de Novas Áreas e Extensão de Quebramares*”, realiza-se uma breve descrição dos locais onde, normalmente, os portos estão implantados. Sintetiza-se a evolução histórica de alguns portos e, no final, apresenta-se alguns exemplos da necessidade de construção de novos portos.

No capítulo 6, designado “*Impactes Ambientais relacionados com casos nacionais recentes*”, apresenta-se a legislação em vigor, em Portugal e o processo de Avaliação de Impactes Ambientais. Este capítulo estabelece uma relação com os anteriores, pois enumera algumas das consequências decorrentes da construção de obras marítimas. Para além disto, compara-se a avaliação de dois estudos de impactes ambientais e destacam-se as principais diferenças entre eles, assim como a situação crítica identificada pelos seus autores. A partir de uma reflexão sobre estes casos brevemente analisados, pretende-se tirar ensinamentos úteis para o futuro.

As sínteses, conclusões e sugestões para a realização de trabalhos futuros encontram-se no capítulo 7, designado “*Sínteses e Conclusões*”.

2

NAVIOS MERCANTES E TERMINAIS

2.1. INTRODUÇÃO E EVOLUÇÃO DO TRANSPORTE MARÍTIMO

Os primeiros aglomerados populacionais fixaram-se em zonas perto de cursos de água, dado que são áreas férteis, propícias para agricultura e para pesca, com vista a garantir a sua sobrevivência.

O transporte de pessoas e bens, através de embarcações, é realizado desde o tempo das antigas civilizações e, com o decorrer dos anos, com a experiência adquirida e com novos conhecimentos, os navios foram evoluindo, especializaram-se em categorias, consoante o fim a que destinavam.

As primeiras embarcações das civilizações antigas foram feitas com madeira bem como a caravela utilizada pelos portugueses nos Descobrimentos, no século XV. Só no século XVII se dá uma revolução na engenharia naval, com a utilização de um novo material na construção das embarcações: o metal, que proporcionava vantagens consideráveis no que respeita à resistência e durabilidade, em relação à madeira. Nesta fase, surgem navios com maiores dimensões e, portanto, com maior capacidade de transporte, pelo que era necessário melhorar as potencialidades dos mesmos. Era preciso tornar mais eficaz o transporte de bens e pessoas, através da redução da duração das viagens. Por isso, foi imperioso melhorar a propulsão dos navios, a fim de se aumentar a sua velocidade, dando, assim, resposta ao problema da elevada duração das viagens. Contudo, apesar desta preocupação ter surgido no século XVII, só quando se dá a revolução industrial, no século XIX, com o aparecimento do motor a vapor, é que se conseguiu solucionar esta exigência. Numa primeira fase, utilizou-se o motor a vapor e, anos mais tarde, o motor de combustão.

No mercado de navios, existem diferentes tipos de embarcações para diversos fins: de recreio; comerciais, industriais e militares. Dentro destas categorias existem ainda variadas tipologias, com especificidades em função da carga que transportam. É importante distinguir estas categorias e apresentar as implicações que têm no planeamento, dimensionamento, evolução dos portos marítimos, de modo a que eles possibilitem uma adequada acostagem dos navios.

Esta dissertação aborda a tendência da evolução nos transportes marítimos internacionais e as suas implicações nas infraestruturas portuárias. Visto a especificidade dos diferentes tipos de navios ser bastante distinta, a categoria a analisar será a de navios mercantes. Nestas, existem diversas tipologias em função do tipo de carga que transportam. Neste trabalho, são tratadas as seguintes: porta-contentores; graneleiros; cruzeiros; Ro-Ro.

2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA

Com o decorrer do tempo, os navios comerciais sofreram uma evolução contínua, natural, com o objetivo de responder às exigências dos mercados e do tipo de cargas a transportar, que categoriza o tipo de navio mercante. Como os custos dos transportes marítimos se tornaram mais competitivos, aumentou a sua utilização. Assim, o aumento de transporte marítimo de cargas cada vez maiores e em maiores quantidades levou a que as principais dimensões dos navios aumentassem também, tais como o comprimento, o calado e a largura dos mesmos. Portanto, é importante diferenciar as principais tipologias de embarcações comerciais e a forma como elas evoluíram para corresponderem aos requisitos que foram surgindo. Houve a necessidade de ~~a~~-a indústria dos navios especializar-se cada vez mais ao longo do tempo para o transporte de diferentes tipos de cargas.

2.2.1. NAVIOS PORTA-CONTENTORES

Na segunda metade do século XX, na década de 60, Malcom McLean cria o contentor, que iria revolucionar o transporte marítimo, as trocas comerciais internacionais, originando novos desafios para os portos. Este tipo de navio decorre da necessidade de rentabilizar a rota do mesmo para o transporte de diferentes matérias-primas, por isso foi concebido de forma a cumprir esta função. A possibilidade da circulação de diversas mercadorias, em contentores empilhados e em grandes quantidades, iria reduzir significativamente o custo desse transporte. O uso de contentores, mais robustos, com diferentes dimensões e com diferentes capacidades, veio permitir o transporte de diversos tipos de mercadorias que, antes, eram embaladas em paletes de madeira. Além disso, a adequada contentorização (maximizando o espaço disponível para armazenagem dentro deles e, conseqüentemente, aumentando a carga), em articulação com bons meios de transporte terrestres, nas zonas portuárias, iria reduzir o custo de movimentação das mercadorias, nos portos (exigindo áreas pavimentadas consideráveis), e também minimizaria o tempo de carga e descarga dos navios. A juntar a estes fatores, acrescenta-se a necessidade de utilização de equipamentos de cais adequados às cargas (pórticos de cais e guindastes), maiores e melhores áreas de armazenagem bem como boas acessibilidades. Apesar das grandes vantagens que este conceito oferecia, nem todos os portos possuíam as condições acima referidas para receber este tipo de embarcações. Por outro lado, não tinham outros requisitos imprescindíveis, nomeadamente ao nível da profundidade do porto e da extensão do cais de acostagem. Este modelo trouxe, ainda, sobrecargas mais elevadas para os terraplenos dos portos existentes. As principais rotas marítimas internacionais ligam continentes e os navios circulam nos oceanos. Contudo, o contorno dos continentes poderia pôr em causa a viabilidade económica de certas rotas, daí a necessidade de se recorrer a obras de engenharia de construção de canais de navegação para encurtar rotas, reduzindo a duração do percurso e o risco de pirataria. Uma das obras de engenharia mais conhecida é o Canal do Panamá, que une o Oceano Pacífico ao Oceano Atlântico, e foi inaugurado a 10 de outubro de 1913, após diversos projetos falhados. O Canal do Panamá é conhecido não só devido ao elevado número de navios que nele circulam, mas também devido à capacidade das suas eclusas de navegação, que originaram designações como, por exemplo, *PANAMAX* e *NEWPANAMAX*, que definem as dimensões máximas exigidas a um navio para lá poder navegar. Este canal foi sucessivamente melhorado, ao longo do tempo, à medida que os calados e as bocas dos navios iam aumentando (Dias,2009).

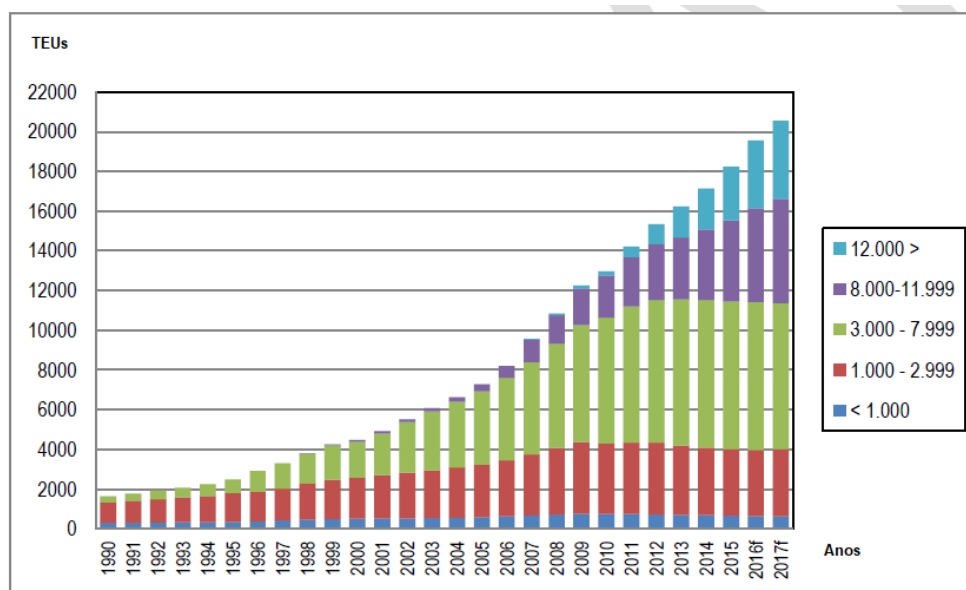


Figura 2 – Evolução da capacidade dos navios porta-contentores da frota mundial – Fonte: Adaptado Ocean Shipping Consultants, 2016

Na Figura 2 é possível ver a desenvolvimento da capacidade dos navios porta contentores da frota mundial, desde 1990 até aos dias de hoje, de destacar a o crescimento dos navios com capacidade superior a 12 000 TEUs, e a ligeira redução dos navios com capacidades inferiores a 8 000 TEUs. Os navios porta-contentores foram evoluindo, podendo diferenciar-se em distintas gerações, aumentando progressivamente o comprimento, o calado e a capacidade de transporte, conforme se apresenta no Tabela 1.

Tabela 1 – Diferentes gerações de navios porta-contentores - Fonte : Adaptado forwardflorida.com

Gerações	Designação	Comprimento [m]	Calado [m]	Capacidade [TEU]
1 [1956-1970]	Converted Cargo Vessel	137	9	500-800
	Fully Cellular	200-215	10	1 000-2 500
2 [1980-1988]	Panamax	250	12.5	3 000-3 400
	Panamax Max	290		3 400-4 500
3 [1988-1988]	Post Panamax I	300	13	4 000-6 000
	Post Panamax II	340	14.5	6 000-8 500
4 [2014-]	New Panamax	366	15.2	12 500
5	[2006-] VLCS	397	15.5	11 000-15 000
	[2013-] ULCS	400	16	18 000-21 000

Assim, os contentores e as implicações que originaram a nível de infraestruturas portuárias, como anteriormente referidas, trouxeram novos desafios de gestão da área portuária, cujos objetivos são, em última instância, a eficácia, de modo a permitir rentabilidade económica. Para além dos requisitos já mencionados, esta rentabilidade obrigaria a uma organização racional do espaço.

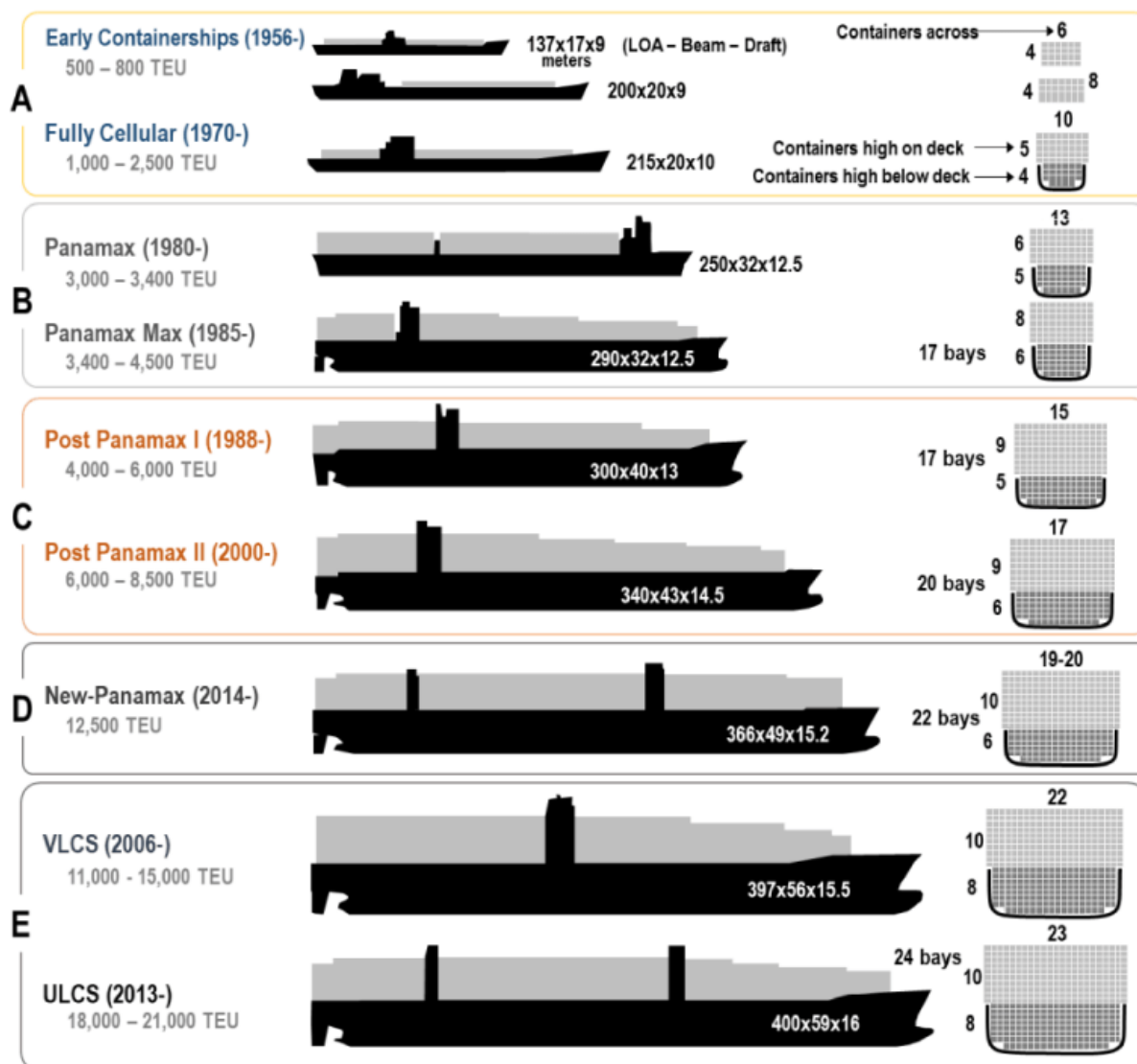


Figura 3 – Evolução dos navios porta-contentores – Fonte: <http://forwardflorida.com/international/ripple-effect/>

Na figura 3 apresentam-se as diferentes gerações de navios porta-contentores.

2.2.2. NAVIOS GRANELEIROS

O navio graneleiro possui características adaptadas para o transporte de diferentes granéis sólidos, líquidos, gases liquefeitos, produtos químicos ou navios petroleiros, com grande capacidade de transporte de mercadorias em bruto. Ao longo da história, este navio desempenhou um papel muito relevante no comércio marítimo internacional. A criação deste tipo de navios, com um convés único, surgiu por volta de 1955, com o objetivo de transportar granéis de forma econômica e eficiente. O navio Robert L.D., apresentado na Figura 4, construído em 1969, foi especialmente projetado para o transporte de carga geral, granéis e contentores. (Veloso Gomes, 1976), com um calado de 9,59 metros, um comprimento de 142,28 metros e um porte de 19 100 dwt. No entanto, este tipo de navios exige terminais especializados, nos portos, tal como equipamentos específicos para retirar a carga da embarcação.

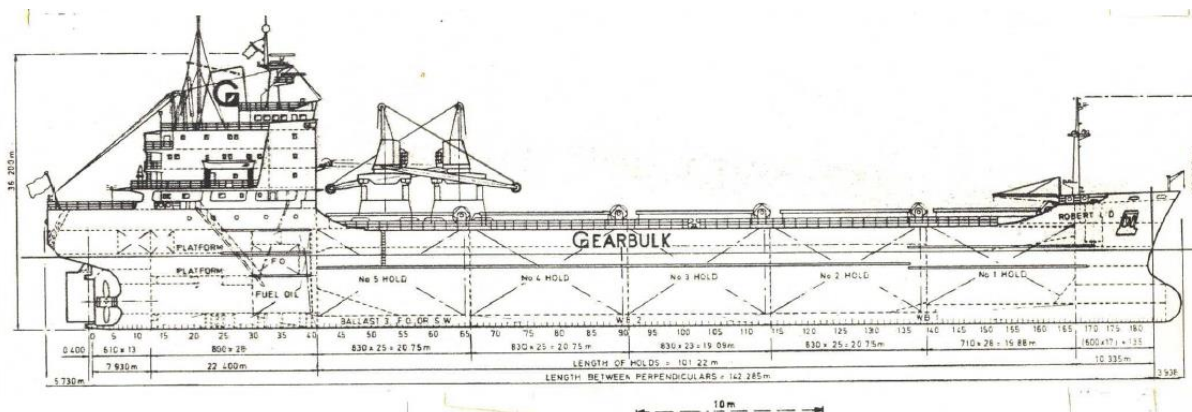


Figura 4 – Perfil longitudinal do graneleiro Robert L.D. – Fonte: Veloso Gomes, 1976

Estes navios podem ser classificados, ainda, de uma forma mais específica, de acordo com as adaptações das suas características, em função do estado físico do material transportado, bem como em função dos diferentes tipos de cada estado físico da matéria-prima, conforme se verifica na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação dos Graneleiros - Fonte: Martingo, 2014

Classificação	Material Transportado
Mineraleiro	Minerais em bruto
Cimenteiro	Cimento
Conbulker	Contentores e grânéis
OBO (Ore/Bulk/Oil)	Minerais, grânéis e crude
OO (Ore/Oil)	Minerais e crude

A necessidade de transportar grandes quantidades de materiais, de forma económica e eficiente, influenciou, também, a evolução dos navios graneleiros e das suas principais dimensões. Na Tabela 3 pode verificar-se que as principais dimensões, tal como o porte deste tipo de navios foram aumentando com o decorrer dos anos.

Tabela 3 – Classificação dos navios graneleiros - Fonte: Adaptado shipfinance.dk

Classificação	Comprimento [m]	Calado [m]	Porte [dwt]
Handysize	169	7,5-10,5	15 000-50 000
Handymax	190	10,5-12,25	35 000-50 000
Panamax	225	12,25-14,5	60 000-80 000
Capesize	291	14,5-18,0	120 000-170 000
VLBC	>300	18,0-23,0	>200 000

2.2.3. NAVIOS TANQUE

Dentro da classe dos navios graneleiros, os navios tanque, que surgiram no início do século XX, também são denominados como navios de grânéis líquidos, incluindo navios petroleiros e os que transportam

gases liquefeitos. Estes são bastante utilizados para o transporte de petróleo e dos seus derivados, tendo desempenhado um papel importante no comércio marítimo mundial, pois foram muito úteis para o transporte deste importante recurso a nível mundial, em longas distâncias, de uma forma económica e eficaz. Este tipo de embarcações possui características adaptadas e normas exigentes ao nível de segurança para o transporte destes granéis, no que diz respeito à temperatura e à pressão. Através da Tabela 4 e da Figura 5, verifica-se que este tipo de navios está sucessivamente a aumentar as suas principais dimensões, assim como o seu porte. É evidente que este tipo de mercadorias requer muitos cuidados, dado que se trata de matérias-primas inflamáveis, sujeitas a variações de volume com a temperatura. A evolução das principais dimensões destes navios abrandou devido a grandes desastres ambientais como, por exemplo, em 2002, o navio petroleiro MV Prestige que provocou uma enorme catástrofe ecológica, junto à costa da Galiza, em Espanha.

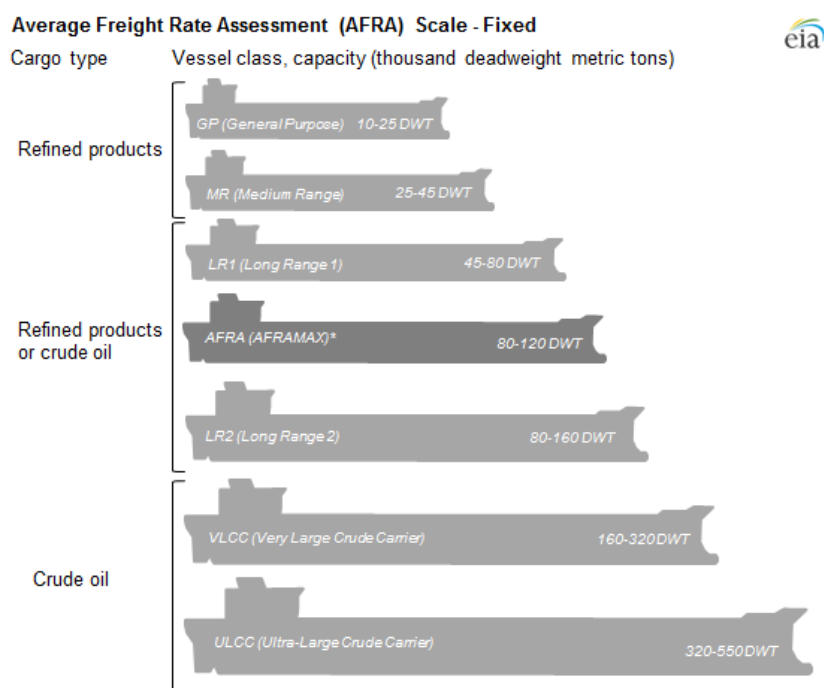


Figura 5 – Navios Tanque para produtos petrolíferos por categoria e porte em dwt em 2014 – Fonte: eia.com

Em termos de cais acostáveis portuários, estes navios exigem comprimentos úteis significativos. Os navios petroleiros realizam a movimentação de carga através de Pipelines ou de sistemas de bombagem, o que exige não só um terminal especializado como também condições de agitação marítima favoráveis. Isso implica que estes terminais terão de se situar em zonas abrigadas de agitação marítima, sendo a solução, frequentemente utilizada, a extensão de quebra-mares existentes ou a construção de novos para a criação de zonas abrigadas.

Tabela 4 – Categorias dos Navios Tanque - Fonte: Adaptado shipfinance.dk

Classificação	Comprimento (m)	Porte (dwt)
Panamax	>280	60 000-80 000
AfraMax	245	80 000-120 000
SuexMax	>270	120 000-200 000
VLCC	>300	160 000-320 000
ULCC	>400	320 000-550 000

2.2.4. NAVIOS RO-RO

O navio Ro-Ro (Figura 6) possui características para o transporte de cargas rolantes como automóveis, camiões, maquinaria, entre outras. Os primeiros navios Ro-Ro foram os Ferries que surgiram, no início da década de 1950, com o objetivo de transportar carga entre margens largas, sem pontes a ligá-las. São caracterizados por terem uma velocidade razoável e por permitirem uma fácil movimentação da carga dentro do navio bem como na descarga. Apresentavam, também, uma grande vantagem, pois o tempo de descarga era relativamente curto e não exigiam equipamentos de cais específicos.

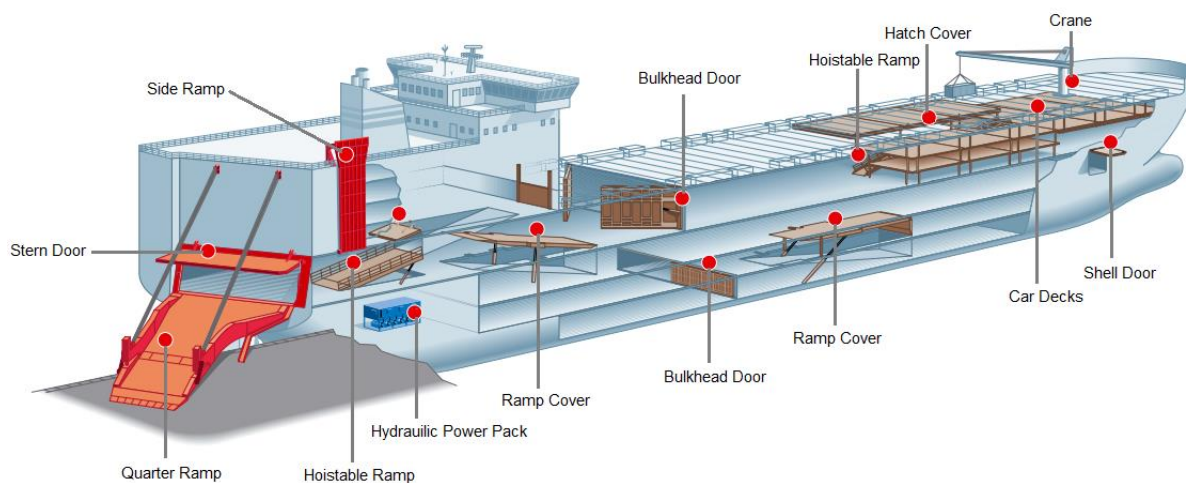


Figura 6 – Exemplo de um Navio RoRo - Fonte: Adaptado macgregor.com

A carga transportada nestes navios é descarregada através de rampas de acesso, incluídas no mesmo, que se podem situar na proa, na popa ou lateralmente. Estas características exigem um terminal adaptado com rampas, no porto, ou sistemas mecânicos. Este tipo de navios especializou-se em função do tipo de carga que transportava, podendo classificar-se conforme a Tabela 5. A evolução destas embarcações traduziu-se num aumento das suas principais dimensões e num aumento da capacidade de transporte, conforme se vê na Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação de navios Ro-Ro e principais dimensões - Fonte: Adaptado Croatian Ship Building

Classificação	Comprimento [m]	Calado [m]	Porte [dwt]	Mercadorias [veículos]
Ferry	85	2,4	2 400	100
Pure Car Carrier	150	5,4	6 800	1 500
Pure Car Truck Carrier	200	8,0	16 600	7 000
ConRo	210	9,4	24 400	3 260 e 1 320 TEU

2.2.5. NAVIOS CRUZEIRO

Os navios cruzeiro surgiram devido a condicionalismos económicos e dificuldades de acostagem, experimentadas pelos navios de passageiros tradicionais num grande número de portos de países com mercado turístico (Veloso Gomes, 1976). Com o desenvolvimento do mercado mundial de turismo, e de forma a tornar este tipo de navios mais estáveis e funcionais, as suas características foram sucessivamente evoluindo, como se verifica na Tabela 6.

Tabela 6 – Diferentes gerações de navios cruzeiro e suas características – Fonte: Adaptado Tewes, 2013

Geração	Comprimento [m]	Calado [m]	Capacidade [Passageiros]
1 [1960's]	120	>9	400-500
2 [1970's]	150	6,0-10,8	500
3 [1980's]	240	7,8-9,0	1 200
4 [1990's]	>270	<8,4	<2 500

As empresas dos cruzeiros trouxeram novas exigências que influenciaram a forma como as principais dimensões do navio aumentaram, ao longo do tempo: exigências a nível de restauração, de piscinas, de ginásios, de centros comerciais e de parques de diversões. Atualmente, o navio cruzeiro com maiores dimensões principais é o MS Harmony Of The Seas, com um calado superior a 9 metros, com mais de 360 metros de comprimento.



Figura 7 -Navio Cruzeiro MS Harmony of the Seas - Fonte: usatoday.com

2.2.6.FROTA MUNDIAL

É objetivo deste trabalho analisar as tendências de evolução nos transportes marítimos, que estão em constante desenvolvimento. No sentido de ter uma visão geral da frota mundial dos navios mercantes atual e da sua recente evolução, na Tabela 7, é possível verificar a tendência de ligeiro crescimento na quantidade de navios, bem como na sua capacidade de transporte, nos últimos anos. Este ligeiro crescimento é justificado pelo aumento do número de navios desmantelados.

Tabela 7 - Evolução da Frota Mundial de Navios de 2013 a 2017 - Fonte: Adaptado ISL, 2017

Tipo de Navio	2017		Variação Média	
	Quantidade	Capacidade (dwt 10 ⁶)	Quantidade	Capacidade (dwt 10 ⁶)
Tanque	14 512	636,4	2,8%	3,5%
Graneleiros/ OBO	11 139	771,1	2,7%	3,7%
Contentores	5 147	245,6	0,3%	4,4%
Passageiros	1 741	2,3	2,9%	2,7%
Ro/Ro	2 687	4,3	2,8%	0,8%
Total	52 183	1 772,4	1,7%	3,6%

2.3. COMÉRCIO MARÍTIMO INTERNACIONAL

Atualmente, a economia é globalizada, cada vez mais exigente a nível de prazos e custos, relativamente ao transporte de mercadorias e bens. O transporte por via marítima tem grande relevância, no contexto internacional, para movimentações de mercadorias entre grandes distâncias devido ao baixo custo de transporte por tonelada. Por isso, este meio de transporte é muito competitivo para estas situações.



Figura 8 – Rotas marítimas internacionais por tipologia de navio em 2012 - Fonte: Adaptado shipmap.org

Na Figura 8, estão representadas as principais rotas marítimas internacionais, consoante o tipo de mercadoria que transportam. São rotas que levam bens essenciais para diferentes regiões do globo, que estão em evolução. As alterações podem ter diversas causas, uma das quais é a melhoria de canais

artificiais. A redução do tempo e do custo de transporte da mercadoria devido a este tipo de intervenção poderá atrair novas rotas de circulação nestes canais. O desenvolvimento de economias emergentes, entre outros motivos, também desempenha um papel importante na criação de novas rotas, ou alteração das já existentes.

A frota mundial de navios fornece não só uma conectividade para o comércio internacional, mas também um meio de subsistência para todas as pessoas que trabalham nesta área de negócio. A existência de diferentes países especializados e portos em diferentes subsectores do transporte marítimo continua a verificar-se. Vários países, incluindo os que se encontram em regiões em desenvolvimento, beneficiam da construção, registo e desmantelamento de navios. A especialização em negócios ligados ao comércio marítimo necessita que as pessoas responsáveis pela elaboração de políticas identifiquem cuidadosamente possíveis nichos de mercado para os seus países e optem entre políticas conflitantes. Isto é, por exemplo, o poder político poderá ter que escolher entre proteger o transporte nacional empresas da concorrência estrangeira, ou aumentar a competitividade comercial, melhorando a conectividade e reduzindo os custos comerciais. Neste último caso, pode haver a necessidade de liberalizar os mercados marítimos e portuários nacionais (UNCTAD, 2017).

2.3.1. EVOLUÇÃO DA CARGA TRANSPORTADA

No século XXI, ao nível do comércio marítimo internacional, verifica-se um desenvolvimento crescente contínuo, mas moderado nos últimos anos, tendo apenas decrescido em 2009, devido à crise financeira de 2008, apesar da imposição de normas restritivas e da existência de diversos problemas políticos internacionais. O transporte marítimo tem riscos inerentes tais como pirataria ou naufrágio. Recentemente, a China tem contribuído significativamente para a evolução das trocas comerciais internacionais, devido à intensa procura de diversas matérias-primas essenciais para o seu desenvolvimento.

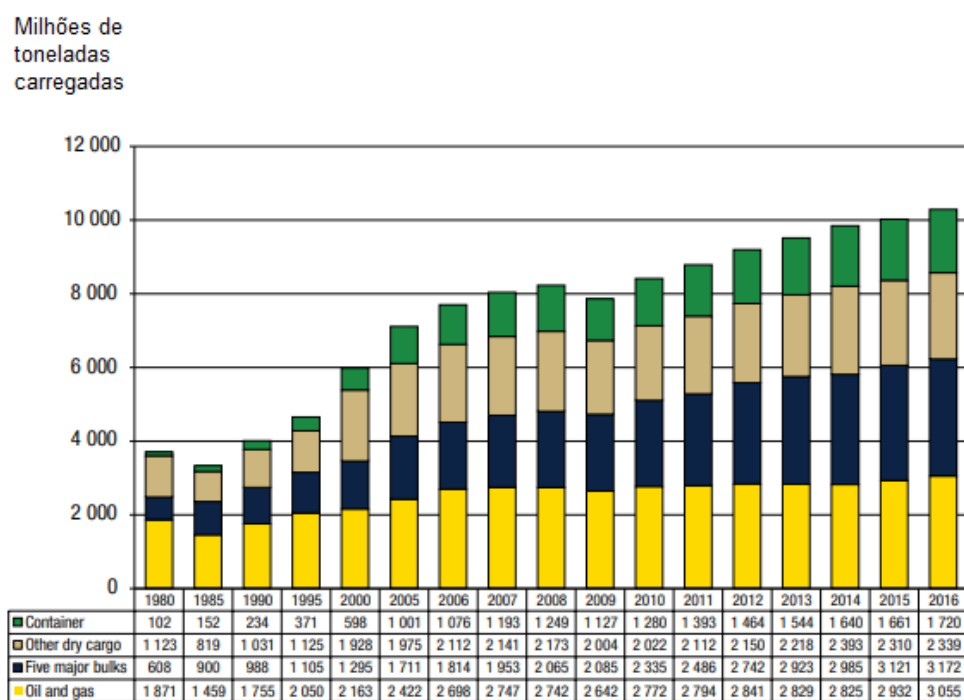


Figura 9 - Evolução da quantidade de diferentes tipos de mercadorias transportadas por via marítima - Fonte: Adaptado UNCTAD, 2017

Na Figura 9 podemos verificar a evolução do transporte por via marítima, em toneladas, de diferentes tipos de mercadorias transportadas, nomeadamente carga contentorizada, graneis líquidos, petróleo e gás, e as “grandes cargas” dos graneis sólidos. Neste contexto, é de salientar o constante crescimento do volume de carga transitada bem como a melhoria das condições de competitividade, consolidando a sua relevância no contexto das trocas comerciais a nível mundial. O aumento constante da quantidade de carga contentorizada, dos graneis sólidos e dos graneis líquidos transportados destacam a importância que estes têm vindo a assumir, neste século, em particular. A evolução crescente da quantidade de carga transportada por via marítima deve-se também à melhoria, também crescente e contínua, das condições nos portos e dos seus requisitos de operacionalidade, bem como à evolução das características dos navios que se têm adaptado à especificidade e quantidade de carga que transportam. Portanto, é expectável que as condições de competitividade deste setor continuem a afirmar a sua relevância no contexto mundial, com destaque para o binómio construção de navios de grande porte/ condições portuárias.

A melhoria nos portos, das condições de competitividade e capacidade poderá consolidar ainda mais a sua posição, vincando o impacto na sociedade e economia global (Dias, 2009).

A pressão da evolução das dimensões dos navios e o crescente volume de mercadorias movimentado faz com que as autoridades marítimas tenham duas hipóteses de escolha: ou constroem novos portos ou aumentam a capacidade dos existentes (Martingo, 2014).

2.3.2.PERFORMANCE NOS PORTOS DE CONTENTORES INTERNACIONAIS

Ganhos de produtividade, melhorias na eficiência e no desempenho operacional estão a tornar-se cada vez mais importantes, dado os recentes desenvolvimentos no mercado do transporte marítimo. Adaptar-se ao novo paradigma significa que os portos terão de melhorar o seu desempenho, em vários aspetos tais como: *turnaround time* (tempo entre a chegada e a partida do navio), *dwell time* (tempo de permanência do navio no porto), operações de movimentação de carga no cais, ligações no *hinterland*, e em termos de acessibilidades intermodais (UNCTAD, 2017).

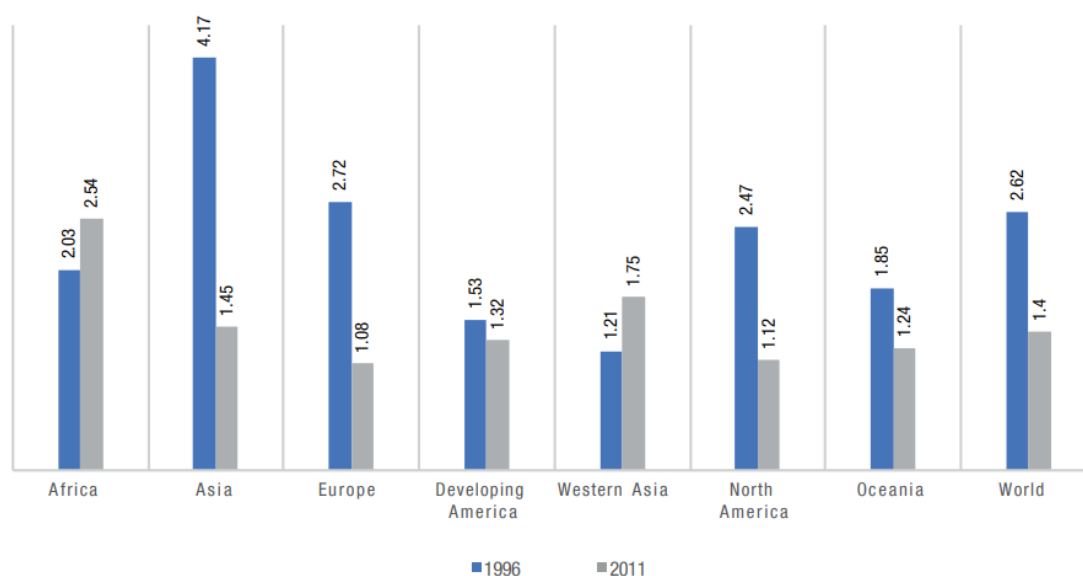


Figura 10 – *Turnaround times* (em número de dias) nos portos de contentores em diversos continentes - Fonte: Adaptado UNCTAD, 2017

Na Figura 10, estão apresentados os *turnaround times* nos portos de diversos continentes de carga contentorizada, em 1996 e em 2011. Nesta figura, é notória a grande diferença entre os *turnaround times* que se verificavam em 1996 entre a Ásia e a Ásia Ocidental, que incluíam os seguintes países: Irão; Omã; Arábia Saudita; Iémen; Israel; Jordânia; Turquia; Síria; Líbano; Emirados Árabes Unidos; Geórgia; Arménia; Chipre; Iraque; Qatar; Kuwait; Reino do Bahrein. O mesmo se pode afirmar quando se comparam os valores registados para o mesmo ano, entre a América em desenvolvimento e a América do Norte, que inclui todos os países localizados a Norte da Colômbia, no continente americano.

Como o tempo médio de permanência do navio no porto não tem grande significado para quantificar a eficiência do porto, uma vez que não diferencia o tempo de espera, o tempo de acostagem nem o tempo de carga/descarga. Assim, utiliza-se o *turnaround time* como um parâmetro para quantificar a eficiência de um porto. Observa-se uma redução a nível mundial do *turnaround time*, com a exceção do continente africano e do Sudoeste Asiático. Esta redução deve-se a diversos fatores, mas está essencialmente ligada à melhoria das condições portuárias em níveis de infraestruturas e equipamentos, e a uma melhor gestão portuária. Entre 2006 e 2011, os portos asiáticos melhoraram as suas condições para níveis semelhantes aos dos portos Europeus e Norte Americanos, mas excedeu a média mundial. Os portos com melhor desempenho, em termos de eficiência de tempos ou *turnaround time*, foram os portos de continente Asiático. Os terminais de contentores asiáticos alcançam níveis de desempenho superiores aos seus homólogos, na Europa e nos Estados Unidos. Alguns observadores atribuem esta diferença ao facto de os portos estarem abertos e operarem durante 24 horas, e por possuírem um grande nível de automação. Os modelos operacionais e os custos por movimento que também desempenham um papel importante na produtividade do porto. Operações eficientes de movimentação de carga, como produtividade da grua ou dos pórticos de cais, contribuem significativamente para que a carga possa sair rapidamente do porto. As operações mais eficientes de movimentação de carga existem nos portos asiáticos, seguidas pelas operações nos portos do Norte da Europa. Melhorar a eficiência dos portos e reduzir o *dwel time* é necessário para reduzir os custos e fortalecer a competitividade do porto, a nível de trocas comerciais (UNCTAD, 2017).

As autoridades portuárias têm de enfrentar novos desafios para receber embarcações de maiores dimensões, otimizar a gestão operacional para reduzir os tempos de permanência dos navios nos portos e, assim, aumentar a sua competitividade.

2.4. TIPOS DE TERMINAIS ESPECIALIZADOS

A constante evolução das principais dimensões dos navios, assim como a evolução do comércio marítimo, trouxeram diversas implicações nos terminais portuários, na interface navio – cais, nas operações nos terminais e noutras operações, na área portuária, acessibilidades e necessidade de aumento das áreas disponíveis no porto. Neste contexto, houve a necessidade da construção de novos terminais especializados, da melhoria dos já existentes, ou construção de novos portos, de forma a respeitar as condições de segurança, operacionalidade e especificidade do tipo de mercadoria dos diferentes navios. Neste tópico, serão abordados quatro tipos de terminais portuários: contentores, graneis, roll-on/roll-off e cruzeiros.

2.4.1. TERMINAL DE CONTENTORES

O transporte de mercadorias por contentores tem assumindo, neste século, um papel relevante no contexto internacional devido à diminuição no custo de transporte. As exigências atuais, levam a que as autoridades portuárias se concentrem no aumento de produtividade, na melhoria na eficiência e no desempenho operacional na gestão portuária face aos desenvolvimentos deste setor. Este novo paradigma implica que os portos terão de melhorar o seu desempenho, em termos do tempo de

permanência dos navios no porto, tempo das operações (carga e descarga) no terminal, acessibilidades (dentro e fora do porto) e ligações intermodais, para além da necessidade de possuírem características adequadas para receber as embarcações.

Para além das exigências deste novo paradigma, o crescimento da capacidade dos navios implica um aumento do custo direto e indiretamente associado (aumento de capacidade das infraestruturas de acostagem e da sua área; navegação e movimento de mercadorias; condições de segurança) (Dias, 2009).

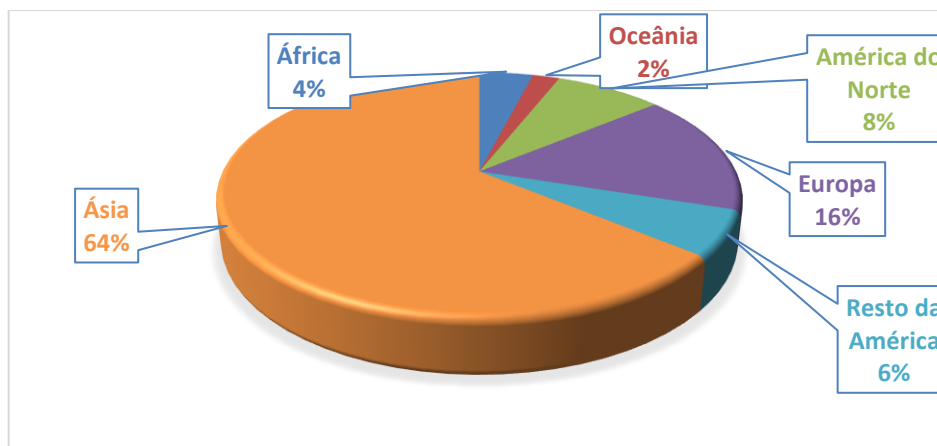


Figura 11 – Volumes de contentores nos portos mundiais em 2016 - Fonte: Adaptado UNCTAD, 2017

Na Figura 11 apresenta-se a distribuição de volumes de carga contentorizada, nos vários continentes, no ano de 2016, sendo a parcela mais significativa a do continente asiático, sobretudo devido à China ser, atualmente, a maior potência do transporte marítimo internacional.

A mercadoria transportada através de contentores, de forma a uniformizar as dimensões dos mesmos, obedece a normas internacionais, nomeadamente à ISO 668. Com esta definição das dimensões, tornou possível existirem apenas alguns tipos de gruas e equipamentos nos terminais, a nível mundial, facilitando a disponibilidade e o manuseamento dos contentores (Martingo, 2014).

As três dimensões dos contentores, para os diferentes tipos, estão apresentadas na Tabela 8. Um contentor de carga geral de 20 ft tem uma tara de cerca de 2 180 kg e um peso bruto máximo de 20 300 kg; um contentor de carga geral de 40 ft tem uma tara de cerca de 2 500 kg e um peso bruto máximo de 30 480 kg. Assim, a unidade de medida adotada é o TEU para a capacidade de carga dos navios e dos terminais de contentores, referente ao comprimento de 20 ft dos contentores. Um contentor de 40 ft designa-se por 2 TEU's. *Quando o fator de arrumação de carga é medido em m³ por tonelada, este varia entre 2,3 a 2,8 para contentores de 40 ft, e entre 1,7 e 1,8 para contentores de 20 ft, com a exceção do valor de 1,2 para contentores com reforço extra* (Agerschou et al, 2004).

A largura dos diferentes contentores foi uniformizada para a mesma medida, a fim de facilitar o empilhamento e armazenagem dos mesmos, otimizando os espaços, visto que encaixam facilmente uns nos outros por terem a mesma dimensão.

Tabela 8 - Características dos contentores – Fonte: Adaptado Agerchou *et al*, 2004

Comprimento		Largura		Altura		Peso total máximo
m	ft	m	ft	m	ft	t
6,10	20	2,44	8	2,44	8,00	20,3
12,19	40	2,44	8	2,44	8,00	30,5
12,19	40	2,44	8	2,44	8,00	30,5

2.4.2. DEFINIÇÃO DAS DIFERENTES ÁREAS DO TERMINAL DE CONTENTORES

Os terminais de contentores são, em princípio, locais de movimentação rápida, na interface entre o transporte marítimo e terra (Agerschou *et al*, 2004). Deste modo, estes terminais podem ser divididos em cinco áreas principais: (1.) Cais de acostagem; (2.) área de *apron*; (3.) sistema de transporte; (4.) área de armazenamento; (5.) edifícios. As áreas beira-mar são o cais e o *apron*; as terrestres são constituídas pelo terrapleno de armazenamento e os edifícios. O sistema de transporte é o elemento que realiza a ligação entre a zona beira-mar e o interior do terminal, mais especificamente, a zona terrestre (Carlo *et al*, 2013). De seguida, apresento uma breve descrição destes diversos elementos:

1. Cais de acostagem: este permite a ligação entre o navio e o terrapleno do porto, sendo admitido que o navio fique acostado paralelamente, ao longo do cais;
2. Área de *apron* (área de cais): zona de equipamentos, como guindastes ou pórticos de cais, para carga ou descarga de contentores dos navios. Esta área destina-se à movimentação da carga contentorizada por equipamentos de cais e dos veículos de manuseamento de contentores;
3. Sistema de transporte: este faz a ligação entre a área de *apron* e a área de armazenamento, tendo bastante influência na configuração das vias de circulação e na área terrestre portuária, tendo implicações diretas em termos de rendimento e produtividade do terminal em questão;
4. Área de armazenamento: a carga contentorizada (de importação ou para exportação) pode ser armazenada no terrapleno, durante um determinado período de tempo, antes de seguir para o seu destino final. Certo tipo de mercadorias perigosas, contentorizadas, necessitam de condições especiais de segurança e de operacionalidade;
5. Edifícios: é necessária uma área para o desenvolvimento de atividades de gestão, recursos humanos, apoio técnico e oficinas. Estas servem para reparação e manutenção de diversos equipamentos (alguns de grandes dimensões e/ou porte elevado) e estão afastadas da área de cais, o que constitui uma dificuldade para a movimentação deste tipo de equipamentos.

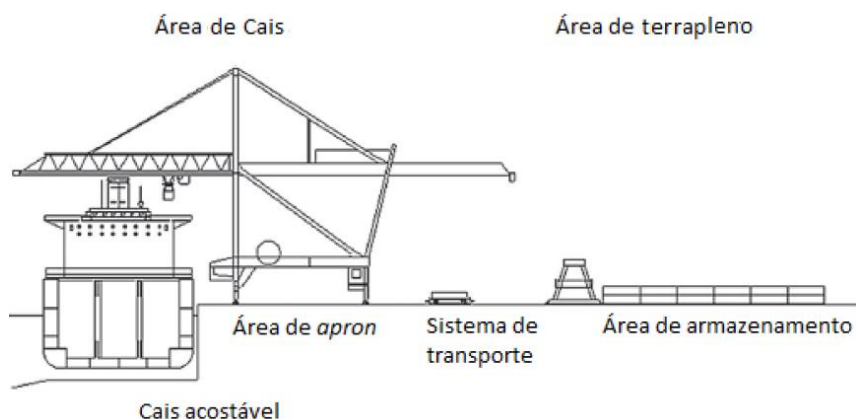


Figura 12 – Diferentes elementos de um terminal de contêineres – Fonte: Adaptado Carlo *et al*, 2013

2.4.2.1. Tipo de terminais de contêineres e configuração do cais

Os terminais podem ser classificados pelo tamanho ou capacidade, o que está associado à forma como este tipo de terminais evoluiu, ainda que esse desenvolvimento dependa do objetivo e do tipo de mercado de transporte que se visa servir. Estes também são classificados segundo o modo de exploração do subsistema ou armazenamento, o que influencia, até certo ponto, os equipamentos de movimentação horizontal a serem utilizados. Ambos os tipos de classificação - tamanho e exploração - mantêm uma certa correlação, e também podem ser classificados como de importação/exportação e *hub* (ROM 2.0, 2013).

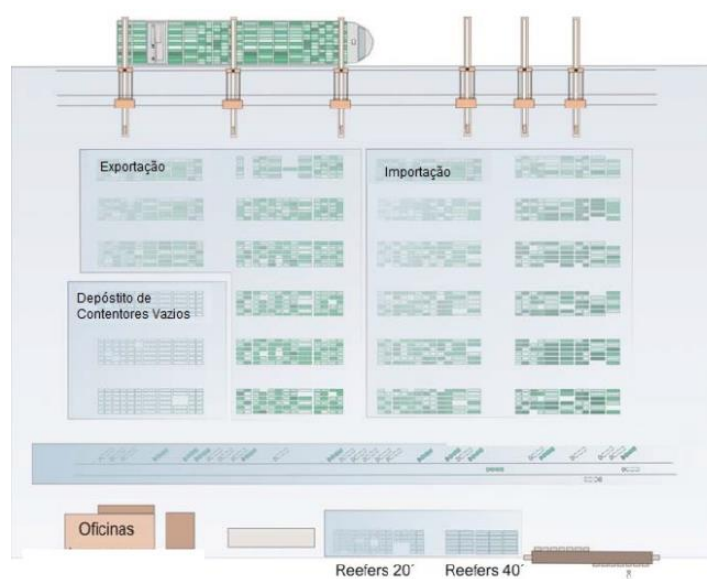


Figura 13 – Esquema de um terminal de contêineres de importação/exportação - Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013

Os terminais de contêineres com certas dimensões, normalmente possuem áreas especializadas para a movimentação e armazenamento dos mesmos (Figura 13). Geralmente, existe uma área para os contêineres de exportação ou saída. Também existe uma área específica para armazenamento de contêineres vazios que será tanto maior, quanto maior o desequilíbrio entre contêineres importados e os que são para exportação. Salienta-se, ainda, a existência de uma área para contêineres frigoríficos refrigerados, “*reefers*”, sendo que alguns necessitam de fornecimento de energia para manter a

temperatura dos mesmos. Tudo isto constitui um espaço complexo, no qual se estabelecem processos cada vez mais mecanizados (ROM 2.0, 2013).

Assim, consoante o tipo de terminal de contentores, assim se exigem grandes áreas de terrapleno; equipamentos de cais com porte elevado e equipamentos para transporte horizontal; uma rede de circulação interna para o transporte horizontal; e acessibilidades para fora do porto, permitindo a circulação de outro tipo de meios de transportes, e condições de segurança adequadas.

2.4.2.2. Equipamentos de cais

A área de um terminal de contentores ocupa uma vasta área, para além dos elementos referidos, tais como: zona de estacionamento para semirreboques, empilhadores e outros equipamentos de transporte horizontal, zonas de manobra de acesso e circulação. Os equipamentos de cais, como gruas guindaste ou pórticos de cais, são os mais utilizados para a movimentação da carga contentorizada do navio, para o transporte horizontal podem se utilizar semirreboques ou camiões, e na área de armazenagem empilhadores, entre muitos outros. A título de exemplo, apresentam-se algumas características para pórticos de cais móveis na Tabela 9.

Tabela 9 - Características guindaste pórtico de cais móveis - Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013

Tipo de Navio	Peso (t)	Capacidade (t)	Alcance (m)	Altura (m)	Distância entre apoios "Spreader" (m)
Feeder	500	32-40	25	25	15,2
Panamax	600	40-50	42	30,5	30,5
PostPanamax	750	40-65	48	35	30,5
SuperPostPanamax	1 200	50-65	62	41	30,5

Estes equipamentos de cais são bastantes caros e sensíveis a ações exteriores, como por exemplo o vento, que pode limitar as condições de operacionalidade. Assim com navios com bocas cada vez maiores os equipamentos necessitam de carregar e descarregar os contentores a maiores distancias, logo o momento (peso x distância) a que o equipamento elevatório deverá assegurar será assim também maior. Tem diversas implicações a nível da estrutura de cais não só devido a maiores sobrecargas, mas também devido á área que necessitam, visto que a distância entre apoios poderá ser superior a 30 metros. Na Figura 14, apresenta-se a evolução das diferentes dimensões dos pórticos de cais.

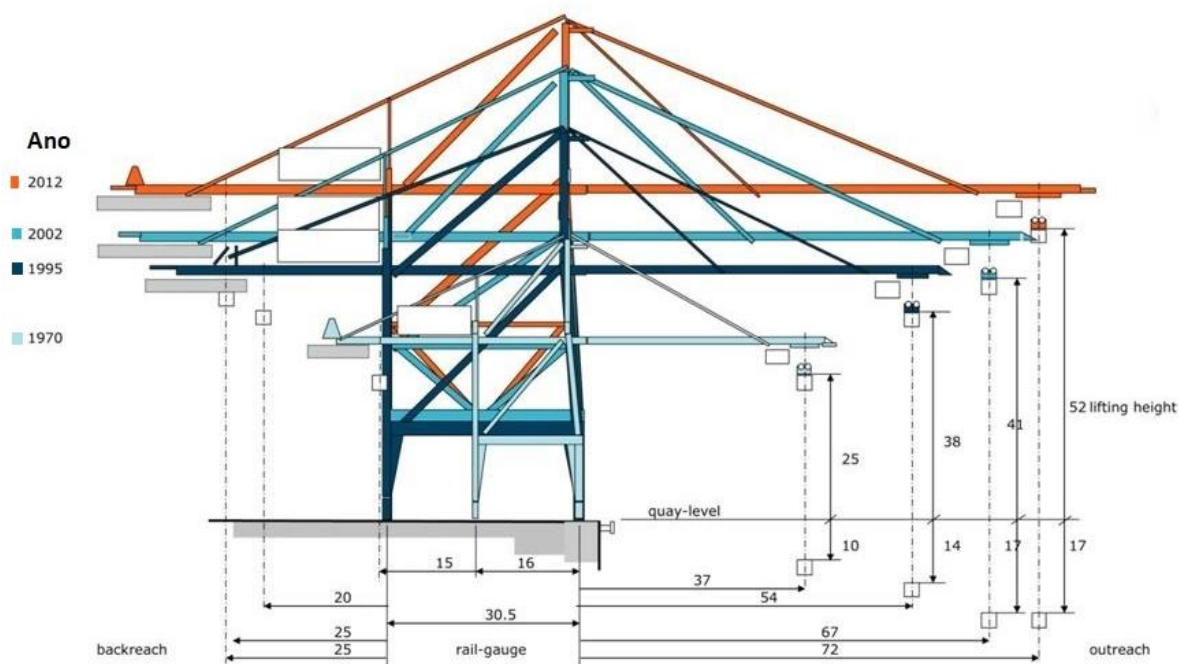


Figura 14 - Evolução das dimensões dos equipamentos elevatórios de cais em metros – Fonte: Adaptado APM Terminals, 2016

2.4.2.3. Tendências nos terminais de contentores

O paper *Storage yard operations in container terminals: Literature overview, trends, and research directions*, (Carlo et al, 2013), analisa as operações de armazenagem de carga contentorizada, e os seus autores identificam os três paradigmas seguintes:

1. O cais e o terrapleno de armazenamento estão localizados à mesma cota;
2. No terrapleno de armazenamento, os contentores permanecem estáticos e os pórticos de cais movem-se;
3. As áreas de armazenamento devem estar organizadas em blocos retangulares.

O primeiro paradigma obriga os guindastes de cais a atingir alturas cada vez mais elevadas, de modo a movimentarem-se e armazenarem-se os contentores em/de novas embarcações. Elevar a cota do terrapleno, seria demasiado dispendioso. Assim sendo, se se aumentar o nível de água, os equipamentos de movimentação terão de operar numa rampa com uma certa inclinação. Em alternativa à elevação da cota do cais, o mesmo benefício é obtido se o terrapleno de armazenamento for rebaixado. O segundo e terceiro paradigmas criam muitos desafios logísticos aos terminais de contentores. Os armazéns modernos utilizam um sistema automatizado de equipamentos para movimentação de carga para o empilhador. Curiosamente, os terminais modernos de contentores focam-se, sobretudo, em melhorar a velocidade das operações dos guindastes de pórtico. A principal diferença entre a utilização de armazéns mais afastados e o armazenamento de contentores, no terminal, é o peso das cargas (Carlo *et al*, 2013).

O aumento das dimensões dos navios, na sequência do aumento da sua capacidade, continua a afetar as trocas de carga contentorizadas. Ao mesmo tempo, a abertura dos novos canais de navegação do Canal do Panamá está a criar uma mudança nos padrões de capacidade de carga de navios, o que poderá afetar as trocas comerciais marítimas. No segundo quarto de 2017, cerca de 40 embarcações dos “Old Panamax” foram deslocadas na rota entre Costa Este dos Estados Unidos e a Ásia, via Canal do Panamá.

Em comparação, existiam mais de 150 embarcações “*Old Panamax*”, em junho de 2016. Estas foram substituídas por outras, com capacidade entre os 8 000 - 12 000 TEU’s. A média global, medida em TEUs, movimentados por hectare, estima-se ter crescido 2,5%, em 2015. Consequentemente, é necessário mais equipamento para movimentar contentores e para movimentar horizontalmente a carga, assim como são necessários outros equipamentos e mão-de-obra. A pressão também é aplicada no armazenamento de contentores, através de maiores exigências para os guindastes ou pórticos de cais (capacidade; extensão de braço; peso; rendimento) e na densidade de empilhamento (UNCTAD, 2017).

Assim é evidenciado a necessidade dos terminais de contentores aumentarem a suas capacidades, em termos de profundidades nos canais e nos cais, melhorar as condições e aumentar a área de terrapleno, e a necessidade de melhorarem a eficiência operacional, como novas rotas poderão surgir com o desenvolvimento das dimensões dos navios. Em combinação com os dados da evolução da quantidade de carga contentorizada e a media de TEU’s movimentados, é notório um maior aumento das sobrecargas nos terraplenos dos terminais de contentores.

2.4.3. TERMINAL DE GRANEIS SÓLIDOS

A mercadoria transportada a granel pode ser classificada em função do seu estado físico, que é essencialmente, de dois tipos: líquido ou sólido. Relativamente aos graneis sólidos, estes podem dividir-se em dois grupos distintos: as “grandes cargas” e as “pequenas cargas”.

As “grandes cargas” são:

- Carvão;
- Minério de ferro;
- Grãos;
- Bauxite/alumina;
- Fosfato.

As “pequenas cargas” são:

- Produtos de aço;
- Derivados de madeira.



Figura 15 - Esquemas de terminais de graneis sólidos e formas de armazenagem - Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013

Ao contrário dos terminais de graneis líquidos, os terminais de graneis sólidos (Figura 15) encontram-se quase sempre ao longo da costa, em zona abrigadas do porto, ou no interior de estuários, rios ou vias navegáveis, em função das condições de operacionalidade exigidas para carga e descarga. É importante distinguir aquelas em que se movimentam os graneis vegetais (cereais, alimentos, farinhas) destinados ao consumo humano ou animal, e as outras, para uso industrial (clínquer, cimento, carvão, minério de

ferro). As primeiras tendem a movimentar os graneis com a máxima estanquidade possível, em todos os seus subsistemas, principalmente por razões de saúde pública, enquanto as segundas podem usar instalações abertas ou cobertas. O sistema de movimentação dos graneis pode ser realizado através de sistemas descontínuos, com ciclos de carga/descarga, e de sistemas contínuos, que asseguram a continuidade dos fluxos, e é resultante de um processo de concentração de carga e especialização do terminal. Neste âmbito, a rentabilidade aumenta com os sistemas de movimentação contínuos. Para isso, as autoridades portuárias devem fazer um grande investimento que terá de ser rentabilizado (ROM 2.0, 2013)

Na Tabela 10 pode ver-se a quantidade de graneis sólidos transportados, em 2015 e em 2016, a quantidade dos diferentes tipos de graneis aumentaram ligeiramente.

Tabela 10 – Quantidade de graneis sólidos transportada por via marítima em 2015 e 2016 - Fonte: Adaptado UNCTAD, 2017

	2015 (t 10 ⁶)	2016 (t 10 ⁶)
Grandes Cargas	3 121	3 172
Minério de Ferro	1 364	1 410
Carvão	1 142	1140
Grão	459	476
Bauxite/alumina	126	116
Fosfato	30	30
Pequenas Cargas	1 706	1 716
Produtos de aço	406	404
Madeira e derivados	346	354

2.4.3.1. Armazenagem

Um terminal de graneis possui características muito específicas, em diversos aspetos: na sua configuração; requisitos de acessibilidades para o transporte e movimentação da carga; área para armazenagem e sua localização; equipamentos para movimentação de carga. É recorrente a utilização de silos para armazenagem de graneis sólidos como, por exemplo, cereais. Alguns graneis que não sofrem degradação com a exposição a agentes naturais, podem ser armazenados a céu aberto, em pilhas designadas por “talude natural”. A armazenagem destes graneis pode ocupar uma grande área. As propriedades da mercadoria a armazenar, como o fator de estiva e o ângulo de repouso dos diferentes materiais, influenciam a conceção do espaço necessário para armazenagem, que tem de ser considerado previamente. A Tabela 11 apresenta os fatores anteriormente referidos.

Tabela 11 - Fator de estiva e ângulo de repouso - Fonte: Adaptado Agerschou *et al*, 2004

Mercadoria	Fator de Estiva (m ³ /t)	Ângulo de Repouso (°)
Carvão	1,08-1,39	30-45
Minério de Ferro	0,33-0,47	30-50
Bauxite	0,84-0,92	28-49
Alumina	0,70-0,84	35
Cimento	0,61-0,64	-
Fosfato	0,92-0,98	30-35
Centeio	1,40	30
Açúcar	1,11-1,25	40
Soja	1,23-1,28	30

Com navios que possuem um porte elevado, as quantidades de graneis nas instalações de armazenamento, são também elevadas. É assim necessário dotar o terminal com sistemas mecânicos de movimentação da carga, bem como uma rede transportadora até ao terminal. Alguns navios já possuem sistemas próprios de movimentação de carga, mas para os que não possuem é necessário ter um sistema de movimentação disponível no terminal.

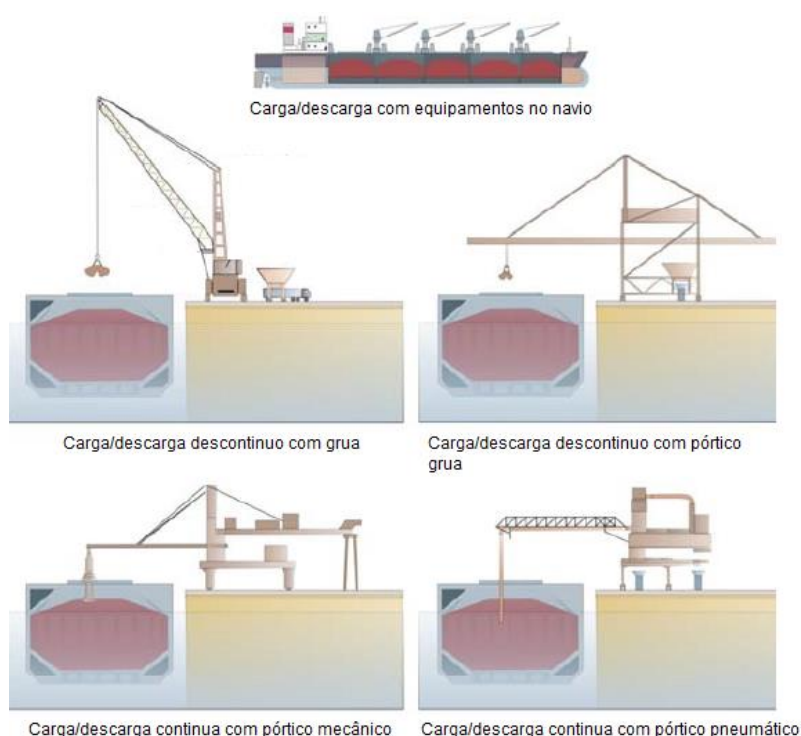


Figura 16 – Sistemas de movimentação de carga para graneis sólidos - Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013

Na Figura 16 apresentam-se diversos sistemas de movimentação de carga contínuos e descontínuos para os graneis sólidos, a principal diferença entre os dois sistemas é o rendimento na quantidade de mercadoria que carregam e descarregam por hora.

2.4.3.2. Acessibilidades

Uma boa rede de acessibilidades para a movimentação dos graneis sólidos para fora da zona portuária é também importante, neste tipo de terminais. O terminal de graneis sólidos, deve possuir acessos intermodais como por exemplo rodoviários ou ferroviários para a movimentação da carga rapidamente para fora da zona portuária.

2.4.4. TERMINAL DE GRANEIS LÍQUIDOS

Os terminais de graneis líquidos movem grandes quantidades de matéria-prima relativamente homogênea, o que favorece a automatização dos sistemas de movimentação de carga. Contudo, trata-se de mercadoria especial, frequentemente inflamável que requer muitos cuidados de segurança, na acostagem, na movimentação e armazenamento. São também exigidas condições de segurança adequadas para receber as embarcações, estas possuem grandes dimensões e levaram a que se utilizassem estruturas flutuantes que funcionam como quebra-mares em zonas de profundidades elevadas. Geralmente, estes terminais situam-se em mar aberto ou junto à faixa costeira.

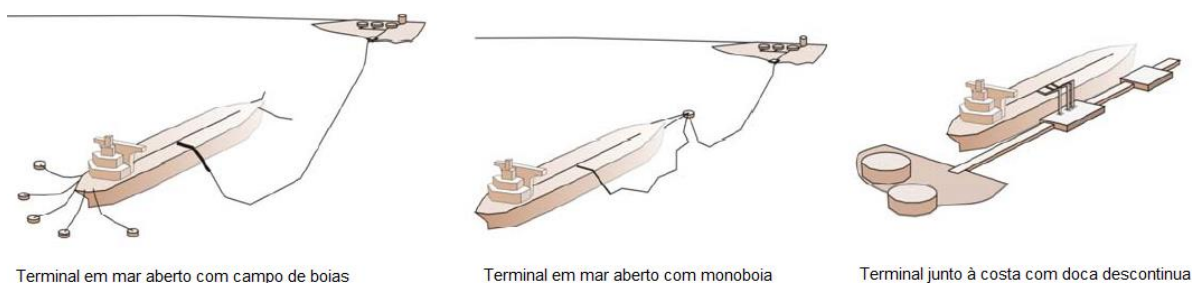


Figura 17 - Esquemas de terminais de graneis líquidos – Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013

A evolução das principais dimensões dos navios petroleiros levou à construção de terminais em mar aberto para reduzir o investimento. A carga e descarga é realizada através de sistema de bombeamento ou bombeamento (*pipeline*), com um tubo que assenta no fundo do mar, e que liga o depósito dos navios às instalações portuárias. A maior dificuldade é garantir condições adequadas de operacionalidade. É recorrente o uso de boias ou plataformas flutuantes para amarrar o barco em alto mar: pode ser um campo de boias de atracação na popa ou usar uma monoboia de amarração na proa que integra uma única instalação de atraque/desatraque e de carga/descarga. Os terminais, junto à linha de costa, ligam-se diretamente a terra através de docas ou plataformas, apoiadas ou não, junto às quais podem estar “duques de alba” para facilitar a amarração de navios com grande comprimento. Geralmente os braços de carga são utilizados junto à parte central do navio para os ligar aos depósitos do mesmo. Pode ser através de um passadiço ou de uma ponte-cais, em que o navio de grande comprimento acosta, ajustado na parte central para facilitar a ligação dos tubos à boca de carga. Para facilitar a amarração podem utilizar-se “duques de alba” ou varias plataformas unidas por passadiços.

Cais ou plataforma de atracação e desatraque ligada diretamente a terra, com um comprimento superior ao comprimento total do navio, estas podem estar colocadas longitudinalmente ou perpendicular à linha de costa, apoiada ou não em passadiços que canalizam os tubos (ROM 2.0, 2013).

2.4.4.1. Configuração de Estruturas de Acostagem

Existem assim diversas alternativas possíveis para a configuração de estruturas de acostagem para terminais de graneis líquidos (Figura 18).

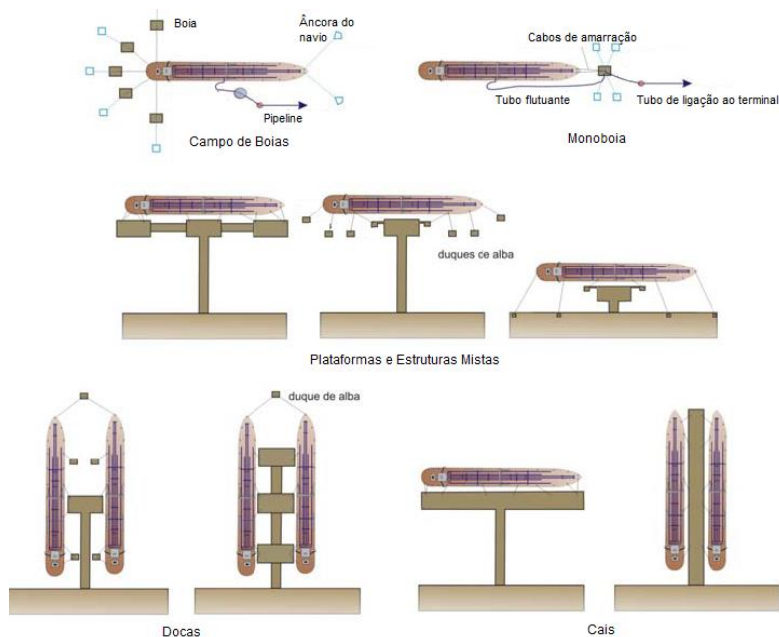


Figura 18 -Configuração de estruturas de acostagem para terminais de graneis líquidos – Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013

Os principais tipos de estruturas de acostagem para os terminais de graneis líquidos são as seguintes:

- Cais – Estruturas rígidas contínuas, com ligação a terra, colocadas perpendicularmente ou longitudinalmente relativamente à linha de costa;
- Docas – estruturas rígidas ou flutuantes, contínuas ou descontínuas, possibilitam a acostagem de navios em ambos os lados;
- Plataformas – ponto de atracação para auxílio das manobras de acostagem do navio;
- Campos de Boias – estrutura flutuante que liga os tanques do navio a terra através de tubos submersos;
- Monoboia – Instalação única para atracação/desatraque carga e descarga;
- Mistas – são uma combinação dos outros tipos de estruturas de acostagem(ROM 2.0, 2013)

Tendo em conta o tipo de matéria que se transporta, neste tipo de terminais frequente construir a zona de amarração do navio destacada com uma pequena distância da doca principal.

2.4.4.2.Equipamentos

O terminal fornece uma capacidade adicional através de bombas de reforço. Isto não é desejável do ponto de vista económico para as autoridades portuárias, pelo que estas são usadas em períodos curtos de tempo. Em certos casos, o uso de bombas de reforço é inevitável, noutros estas podem não ser necessárias, se uma redução na taxa de descarga for aceitável. Instalações de armazenagem elevadas podem permitir que o líquido se escoie, por gravidade, para o navio. Isto fez com que algumas bombas estejam situadas abaixo do nível médio da água do mar, uma vez que a pressão atmosférica baixa com a altitude. Em alguns casos também poderá ser necessário equipar o terminal com bombas adicionais, se os tanques de armazenamento se localizaram a mais de 5 quilómetros do terminal (Agerschou *et al*, 2004).

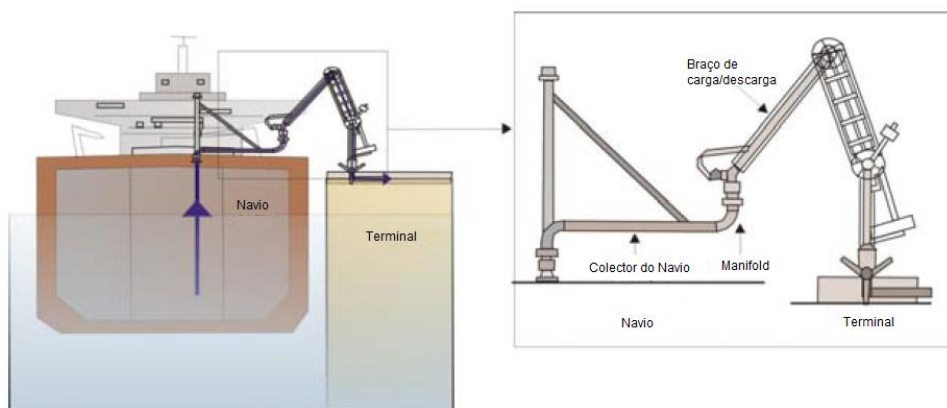


Figura 19 – Equipamento de movimentação de graneis líquidos – Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013

A movimentação dos graneis líquidos é realizada através de um sistema de tubagens, ao nível do terminal é necessário fornecer braços de carga/descarga como o apresentado na Figura 19. Na plataforma de carga é necessário um sistema de drenagem para recolher o granel líquido em caso de ocorrência alguma fuga. Os sistemas de movimentação de gás natural liquefeito, por questões de segurança, são completamente automatizados e com sistemas de controlo, para se desligarem em situações de emergência.

2.4.4.3. Armazenamento e Acessibilidades

Os tanques de armazenamento podem ser para um único tipo de produto ou para diversos produtos, isto é, para o armazenamento de diferentes produtos, isoladamente. Na escolha destes tanques tem de se considerar o custo do investimento, manutenção e limpeza. Grosso modo, quando se dispõe de tanques de armazenamento exclusivos, a capacidade destes deve ser 3 ou 4 vezes superior do que a carga máxima do navio na sua totalidade. Quando se trata de gases liquefeitos, os tanques de armazenamento são mais caros, pois têm de resistir a temperaturas muito baixas ou pressões muito elevadas. Estes tanques normalmente são esféricos ou cilíndricos e de grandes dimensões, entre 60 000 a 80 000 m³ (ROM 2.0, 2013).

A área de armazenamento para graneis líquidos, petróleo e outros derivados deverá ser bastante ampla. Os reservatórios de armazenamento ocupam um volume considerável e é necessário respeitar normas de segurança, também é necessário garantir espaço para a circulação de veículos para o transporte de mercadoria e para realizarem outras operações necessárias. Este tipo de terminais possui diversas instalações, como por exemplo ter associada uma estação de tratamento de águas de lastro e resíduos. Também é importante fornecer boas acessibilidades neste tipo de terminais, para movimentar a mercadoria para fora da zona portuária, como por exemplo através de camiões cisterna.

2.4.4.4. Tendências nos terminais de graneis líquidos

O transporte de gás natural liquefeito tem vindo a assumir um papel cada vez mais relevante atualmente, mas o número de portos com terminais especializados e condições adequadas tem limitado as rotas marítimas internacionais. Os navios de transporte de gás natural liquefeito são o tipo de navio com a maior taxa de crescimento em tonelagem de carga, assim como é esperado que o número de navios que utilizem este material como combustível também é expectável que aumente, tendo em conta os dados atuais. Na comunidade marítima internacional, tem sido realizado um esforço para reduzir as emissões

de gases. Este objetivo pode ser concretizado, utilizando este tipo de combustível, ou, em alternativa, a combinação de outras medidas, por exemplo, a utilização de combustíveis, catalisadores, filtros de partículas ou reciclagem dos gases de escape. As necessidades cada vez maiores da indústria petroquímica e a procura interna na China e na Índia do gás natural liquefeito foram as principais fontes de procura. A expansão do Canal do Panamá, em junho de 2016, permitiu a passagem destas embarcações para o transporte de gás, encurtando a distância percorrida na rota entre os Estados Unidos da América e a China, em comparação com a rota anterior, que passava pelo Cabo da Boa Esperança (UNCTAD, 2017). A alternativa ao transporte por graneleiros consiste na utilização de gasodutos mas em diversas situações esta opção fica vulnerável a conflitos políticos.

2.4.5. TERMINAL RO-RO.

A especialização da frota mundial trouxe novos desafios a países com uma economia de menor escala, mas, por vezes, é difícil gerar volumes de carga significativos que justifiquem investimentos nas instalações portuárias (UNCTAD, 2017).



Figura 20 – Rampa do terminal Ro.Ro no porto de Dunquerque França – Fonte: dunkerque-port.fr

Um desses exemplos é o terminal Ro-Ro, na Figura 20, para movimentação de carga rolante com alguma representatividade em países como o Reino Unido e em Portugal. A grande flexibilidade nas operações de movimentação de carga dos serviços Ro-Ro (sistemas porta-a-porta) é uma grande vantagem que estes possuem.

2.4.5.1. Tipos de Terminais

As mercadorias transportadas pelos navios Ro-Ro são, essencialmente, cargas rolantes, muito diversas, tais como veículos automóveis, camiões ou outro tipo de mercadoria. Tratando-se de mercadoria sensível, exige cuidados especiais de segurança. As cargas rolantes podem ser movimentadas a partir de rampas do navio, que podem estar situadas em vários lados da embarcação, nomeadamente na proa, na popa, ou na parte lateral, conforme o tipo de navio em questão.

É possível distinguir três grupos de terminais portuários de carga rolante:

- Terminais de passageiros *ferry* com carga rolante com capacidade para transportar veículos pesados, em que é necessário disponibilizar instalações para receção e carregamento da carga;

- Terminais de mercadorias de transporte acompanhado, veículos pesados com o condutor como, por exemplo, autocarros, em que é necessário disponibilizar instalações para os passageiros;
- Terminais de Ro-Ro puro, para veículos novos, camiões, todas as unidades são carregadas/descarregadas através de navios Ro-Ro, com um máximo de 12 passageiros e que possuem vários tipos de navios especializados como PCC, *Pure Car Carrier*, PTC *Pure Truck Carrier* e misto, PCTC *Pure Car and Truck Carrier* (ROM 2.0, 2013).

2.4.5.2. Configuração do Cais

Os navios que não estejam equipados com rampas próprias, necessitam de cais especializados. É necessário disponibilizar rampas de cais ajustáveis, extensíveis na direção longitudinal do navio. As infraestruturas necessárias são uma plataforma que prolonga o cais, equipada com uma rampa, fixa ou ajustável, ou um terminal tradicional ferry. Esta plataforma tem de ser suficientemente larga para permitir a movimentação da carga (Agerschou *et al*, 2004).

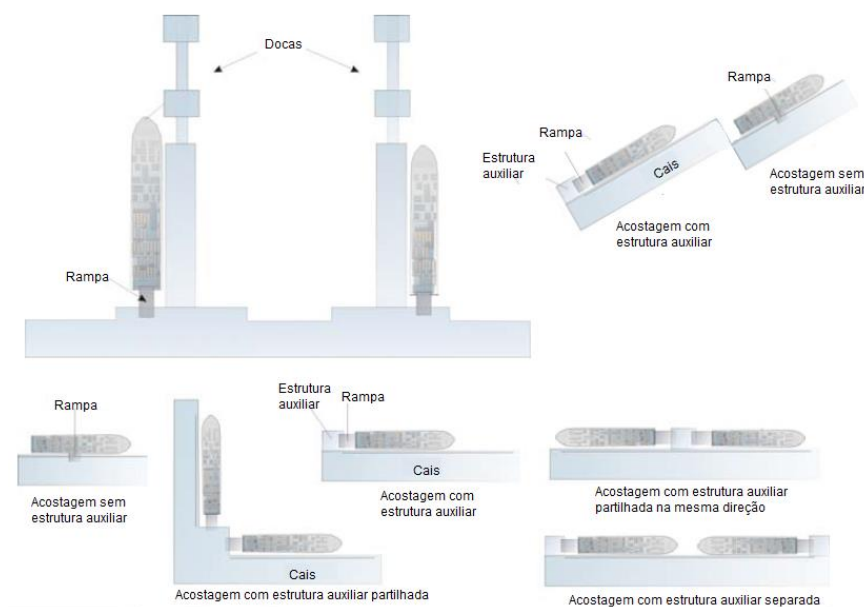


Figura 21 – Diferentes configurações de cais para terminais Ro-Ro - Fonte: Adaptado ROM 2.0, 2013

Ao nível de cais, é necessário garantir uma plataforma para garantir que a rampa fique estabilizada. É recorrente a utilização de plataformas flutuantes para fazer a plataforma de ligação entre o navio e o cais, ou plataformas fixas para descarregar a carga de navios que não estão equipados com rampas. Existem várias alternativas para a configuração do cais dos terminais roll-on/roll-off, algumas apresentadas na Figura 21, consoante a localização da rampa do navio, certas opções podem ser mais adequadas. Será prudente utilizar soluções que permitam possíveis atualizações ou remodelações para não condicionarem a receção de navios de maiores dimensões a longo prazo.

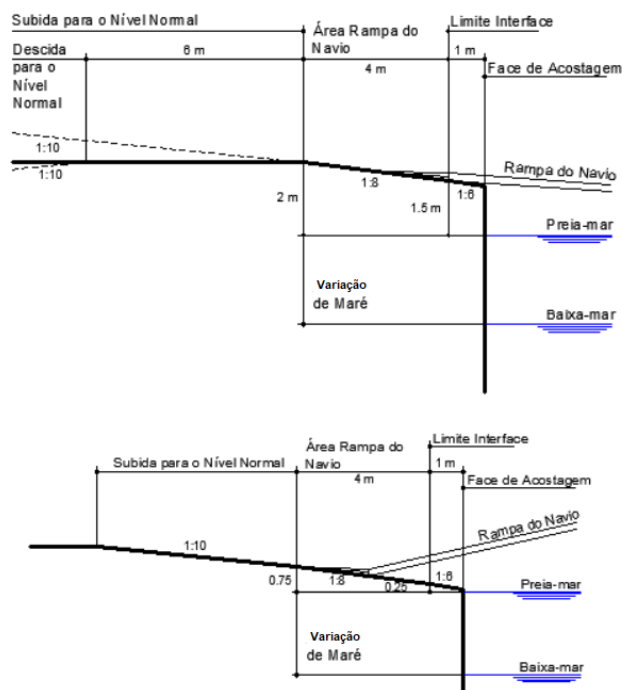


Figura 22 – Disposições construtivas para rampas fixas - Fonte: Adaptado ISO:6812:1983, 1983

Portanto, foi necessário criar normas a nível internacional para a ligação cais/navio para terminais Ro-Ro, sendo que as recomendações para o dimensionamento estão na ISO:6812:1983, propostas pela *International Organization for Standardization*. Na Figura 22, são apresentadas as diretrizes para o dimensionamento de rampas de cais fixas, para a Classe A e B. A Classe A de rampas é indicada para navios com rampas próprias que atingem cotas de 0,25 a 1,75 m acima do nível da água, e a Classe B é também indicada para navios com rampas próprias, mas estas atingem cotas de 1,5 a 3 m acima do nível de água.

2.4.5.3. Armazenamento

Ao nível da área de estacionamento, é necessário que esta seja pavimentada para permitir a circulação e armazenagem das cargas rolantes, normalmente armazenadas a céu aberto, que carecem de grandes áreas de terrapleno. Consoante o volume e o tipo de mercadoria a que o terminal se destina a movimentar a influência as exigências ao nível do pavimento e as dimensões da área de estacionamento, é necessário garantir espaço para a movimentação da carga rolante ou de outros equipamentos.

2.4.6. TERMINAL DE CRUZEIROS

O desenvolvimento do turismo, bem como a evolução deste tipo de navios, trouxe diversas exigências aos portos, em diferentes níveis: criação de terminais especializados adaptados às características das embarcações a receber, acessibilidades, localização e funcionalidade. O terminal de cruzeiros destina-se à movimentação de passageiros com condições adequadas a nível de segurança e conforto. Estes navios possuem um elevado comprimento, muitas vezes estes necessitam de assistência de pilotagem para entrarem nos portos. Um terminal de cruzeiros é constituído por diferentes elementos, cada um com funções específicas, ao nível horizontal, como é possível ver na Figura 23.

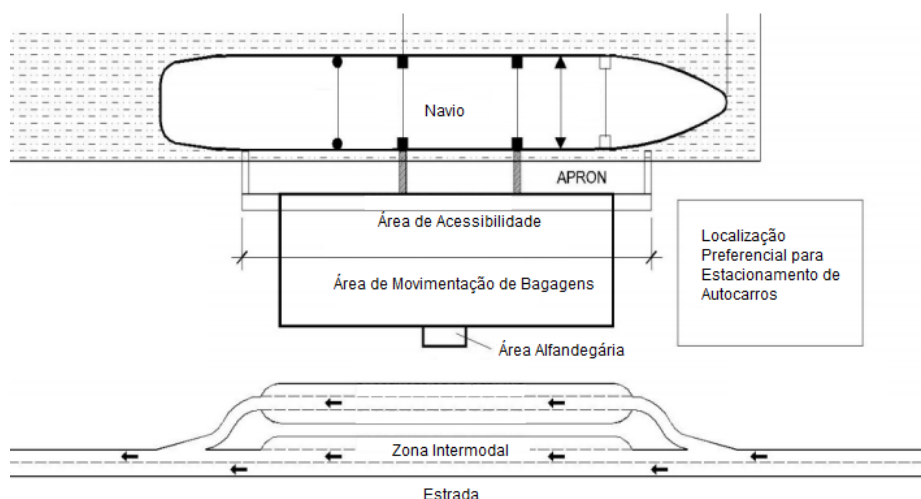


Figura 23 – Planta exemplificativa de um Terminal de Cruzeiros e os diferentes elementos – Fonte: Adaptado Tewes, 2013

- Tipos e números de pontes de embarque/desembarque

É necessário fornecer uma ponte ou uma rampa para fazer a conexão entre o navio e o terminal. Coberta ou descoberta, esta deverá ser projetada para permitir os movimentos horizontais e verticais das embarcações, munida com equipamentos específicos de segurança (Tewes, 2013). Para efetuar a ligação entre o navio e interior do terminal, utilizam-se pontes ou mangas, que devem ser cobertas para abrigar e aumentar o conforto dos passageiros, enquanto utilizam esta área. Devido ao facto da localização das portas de acesso dos navios cruzeiros ser bastante variável, muitos portos utilizam pontes *pivot* para receberem uma grande variedade de geometrias de navios de cruzeiro existentes.

- Área de Acessibilidade

A área de acessibilidade ou área limite dos passadiços é a zona onde as pontes de (des)embarque se deslocam e constituem um espaço cujas dimensões condicionam a operacionalidade das pontes (Martingo, 2014). As dimensões desta área são condicionadas pelo tipo de ponte utilizada e, em certos casos, poderá ser prudente sobredimensionar esta área para ser flexível, a longo prazo.

- Área de Movimentação de Bagagens

A área de movimentação de bagagens destina-se, essencialmente, à entrega ou levantamento das bagagens dos passageiros, através de tapetes rolantes, por exemplo. Esta área tem que anteceder a zona alfandegária e é a que necessita de maior área, pois é necessário garantir espaço de circulação; movimentação de bagagens; sanitários; bancos; corredores ou outros serviços como, por exemplo, de restauração.

- Área Alfandegária

Para entrar no terminal de cruzeiros, por razões de segurança, é necessário passar por vários controlos de segurança, como, por exemplo, pelo pórtico detetor de metais; controlo de identificação pessoal; entre outros. Só após terminar este processo é que o utilizador tem permissão para entrar ou sair do terminal. Logo, esta área tem de ser concebida de forma a que todos os utilizadores passem obrigatoriamente por esta zona. Nela, poderão estar outras entidades como, por exemplo, a Autoridade Tributária e Aduaneira ou os Serviços de Estrangeiros e Fronteiras.

- Zona Intermodal

A zona intermodal é a primeira ou a última, consoante o sentido em que os utilizadores se deslocam, e tem como função fazer a interface com outros meios de transportes. Muitos circuitos de cruzeiros fazem

escalas, por isso é necessário garantir uma zona intermodal que faça a ligação do terminal à cidade. Terá, ainda, de se disponibilizar uma zona para o estacionamento de autocarros ou táxis, ou outro tipo de transporte.

Na Figura 24 apresenta-se um corte exemplificativo de um terminal de cruzeiros com três pisos, e dos diferentes elementos do terminal, assim como o navio e alguns aspetos a considerar no dimensionamento, como a variação do nível de maré.

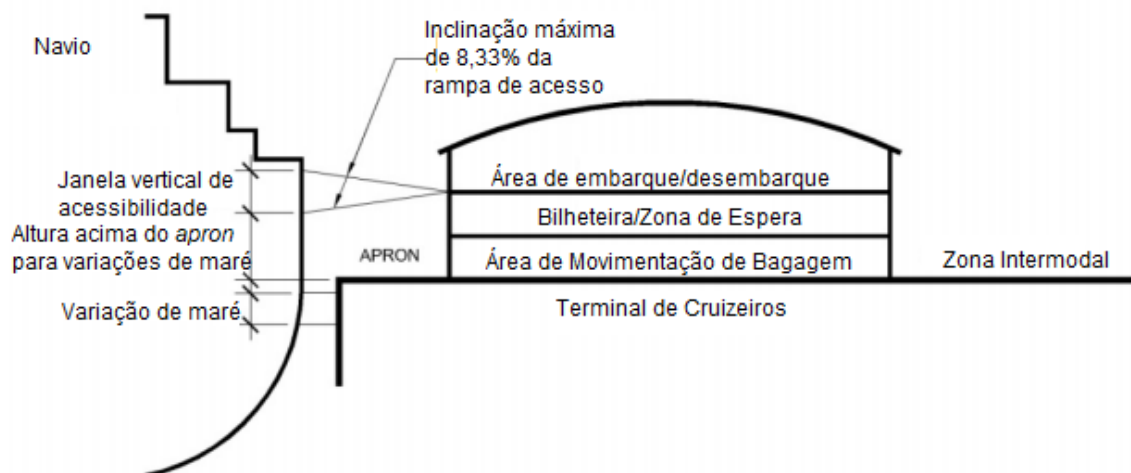


Figura 24 - Corte exemplificativo de um Terminal de Cruzeiros - Fonte: Adaptado Tewes, 2013

Os terminais de cruzeiros podem ser de duas tipologias quanto à sua função: terminais de escala ou terminais de *turnaround*. Um terminal de escala é um terminal que integra um circuito de cruzeiros marítimos, em que os navios atracam num porto durante um período de tempo curto, e os passageiros poderão visitar a cidade em que fazem escala durante esse período e depois retomam o circuito do cruzeiro. Relativamente aos terminais *turnaround*, os passageiros iniciam e finalizam o seu circuito no mesmo porto, sendo a sua viagem exclusivamente dentro do navio cruzeiro. Um terminal de cruzeiros poderá funcionar com as duas tipologias distintas ao mesmo tempo, consoante a tipologia do terminal e o número de navios que pretendam receber em simultâneo, estes exigem áreas consideráveis para tal (Martingo, 2014).

Relativamente às dimensões, os navios cruzeiros de última geração exigem profundidades da ordem dos 10 metros, e comprimentos de atracação por volta dos 300 metros. Consoante a tipologia do terminal, e o número de navios que o terminal pretenda receber simultaneamente poderão ser necessários elevados comprimentos de acostagem e grandes áreas no canal de aproximação.

2.5.SÍNTESE

Em suma, foi evidenciado que, ao longo dos anos, os portos se foram continuamente adaptando às novas dimensões dos navios e ao tipo de mercadoria que transportam e às consequentes implicações daí decorrentes. Destacou-se, assim, neste capítulo, a necessidade de criação de terminais especializados devido à evolução também especializada dos navios. Este desenvolvimento traz maiores volumes de carga para os portos e fomenta a necessidade de estes evoluírem ou aumentarem as suas capacidades. Foi evidenciado a necessidade de rebaixar das cotas dos fundos dos canais de navegação e dos cais existentes para a receção desses navios de grande porte, a necessidade de equipamentos com mais capacidade para movimentação de carga, a necessidade de maiores e melhores áreas de terraplenos

devido à evolução da quantidade de carga transportada pelos navios, a necessidade de alguns terminais procurarem maiores profundidades, assim como a importância de garantir e dotar o porto com boas acessibilidades para complementar a falta de flexibilidade do transporte marítimo e a necessidade de fornecer condições de operacionalidade adequadas. Foi também imperioso dotar os cais de estruturas com capacidade, estabilidade, segurança e organização espacial, de forma a possibilitarem processos mais rápidos, mais eficientes e, por isso, mais fiáveis e rentáveis e com características na estrutura adequadas às implicações de utilizar equipamentos cada vez maiores e com maior braço de carga.

3

REABILITAÇÃO DOS CAIS DE ACOSTAGEM E AUMENTO DE DIMENSÕES DOS CANAIS DE APROXIMAÇÃO

3.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, serão abordadas as implicações nos cais de acostagem e nos canais de aproximação, decorrentes da evolução do comércio marítimo mundial, tendo em conta as suas tendências futuras. Além disso, far-se-á também uma breve descrição de algumas ações do Plano Estratégico de Desenvolvimento do porto de Leixões.

A globalização do transporte marítimo, bem como a evolução dos navios e o custo de transporte da mercadoria, levou as autoridades portuárias à (re)construção de novos terminais ou ao aumento da capacidade dos já existentes, a fim de receberem cargas cada vez maiores. Pretende-se mostrar, neste capítulo, que os portos se foram continuamente adaptando às novas dimensões dos navios e às consequentes implicações, com um especial destaque no que concerne à reabilitação dos cais de acostagem e soluções adotadas.

3.2. PLANO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO DO PORTO DE LEIXÕES

Como exemplo destas necessidades, apresenta-se o Plano Estratégico de Desenvolvimento do Porto de Leixões, aprovado em junho de 2004, que corresponde à formalização da estratégia de desenvolvimento do Porto de Leixões no horizonte temporal de 2015. Após a realização de um diagnóstico minucioso das vertentes que condicionam a evolução deste porto quer a nível interno quer a nível externo, definiram-se as ações a implementar. Este diagnóstico, em conjugação com a análise das macrotendências, identificou três elementos fundamentais para o futuro desenvolvimento do Porto de Leixões: a intensificação do processo de globalização; a reestruturação da base económica e logística do seu *hinterland*; o novo papel dos portos nos sistemas de transporte e logística. O primeiro elemento pretende tornar o porto mais competitivo e fortalecer as relações com a América do Sul e África; o segundo elemento consiste na inserção do porto no sistema logístico regional, reforçando as ligações a outros meios de transporte terrestres; e o último visa melhorar a sua integração na cadeia de transporte e logística. Este documento justifica o aumento da capacidade, da competitividade do porto e do desenvolvimento da economia regional, com o objetivo de uma melhor eficiência da operação portuária (APDL, 2006).

Assim, neste sentido, definiram-se 21 ações, nomeadamente ao nível de:

1. Aumento da Capacidade de Navegabilidade do Porto de Leixões;
2. Revitalização do Molhe Sul e Espaços Adjacentes;
3. Melhoria das Condições Operacionais do Terminal Petroleiro;
4. Projeto da Portaria Única;
5. Reconversão da área para a Carga Contentorizada;
6. Estruturação da Plataforma Logística;
7. Revitalização e Reabilitação de Espaços e Edifícios;
8. Incremento de Espaços de "Sociabilidade" do Porto;
9. Melhoria dos Espaços de Fronteira e Colmatação de Frentes Urbanas;
10. Implementação do Parque Urbano do Vale do Leça;
11. Dinamização e Envolvimento da Comunidade Portuária na Promoção Comercial;
12. Relacionamento Comercial;
13. Relacionamento Institucional;
14. Relacionamento com Associações Empresariais e API;
15. Certificação do Porto;
16. Segurança na Cadeia Logística;
17. Gestão Ambiental;
18. Sistema de Informação Geográfica;
19. Portal do Porto de Leixões;
20. Portal Interno (Intranet);
21. Sistema de Informação e Gestão.

Das 21 ações propostas, no âmbito deste capítulo, salientam-se as ações 1 e 2, cujo objetivo é dotar o Porto de Leixões de condições adequadas não só em termos de profundidades no canal de aproximação e da bacia de manobras, e nos cais, de condições de segurança e aumento da capacidade de navegabilidade do porto, como também de construção ou melhoria dos terminais para a receção de navios especializados e com calados cada vez maiores.

A ação 1 – Aumento da Capacidade de Navegabilidade do Porto, Figura 25 (APDL, 2006).

Objetivos:

- *“Capacitar o porto para acolhimento de navios de maior calado;*
- *Facilitar as manobras na bacia portuária, melhorando a capacidade dos postos para petroleiros e do novo terminal multiusos;*
- *Ampliar a capacidade de circulação no porto interior com vantagens simultâneas para o atravessamento do tráfego urbano.*

Ações propostas:

- *Criação de bacia de rotação com 430 m de diâmetro e fundos a – 12 m (Z.H.L.);*
- *Rebaixamento dos fundos de serviço do canal central até à doca 4 para – 12 m (Z.H.L.);*
- *Desmonte de rocha e novas aproximações aos postos "B" e "C" do TPL para fundos de serviço, respetivamente -10m e - 6m Z.H.L;*
- *Construção de nova ponte móvel (com um alargamento do vão de 58 m para 77,5 m) e criação de melhores ligações terrestres entre os dois polos da cidade: Matosinhos e Leça. (APDL, 2006).*

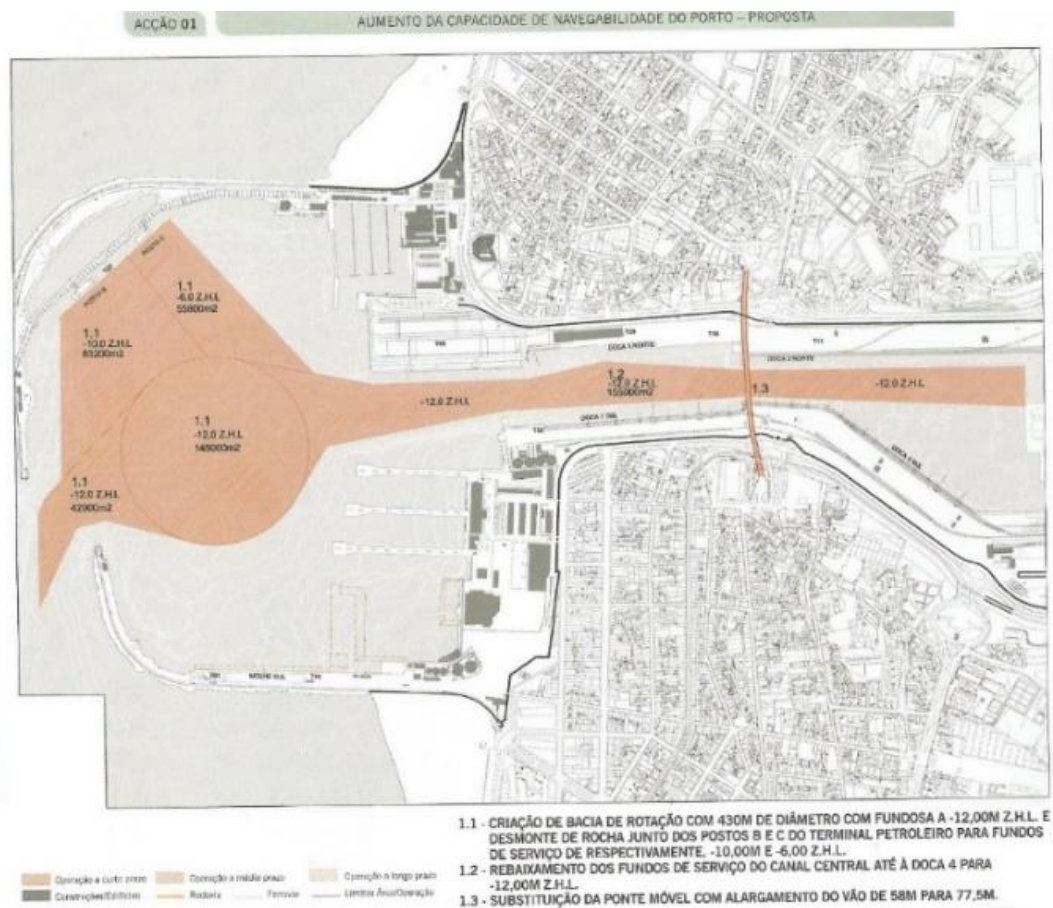


Figura 25 - Planta da ação 01 – Fonte: Adaptado APDL, 2006

A ação 2- Revitalização do Molhe Sul e Espaços Adjacentes” Figura 26 (APDL, 2006).

Objetivos:

- Ampliar o espaço portuário numa das últimas áreas disponíveis para o efeito;
- Criar e disponibilizar condições para o desenvolvimento do segmento de mercado roll-on/roll-off;
- Melhorar e ampliar as condições materiais para o desenvolvimento dos segmentos de mercado do transporte de passageiros.

Ações:

- Reabilitação do cais acostável do molhe sul e construção de um novo terminal multiusos, que inclua uma rampa para roll-on/roll-off;
- Aumento de fundos para – 8,5m Z.H.L., junto ao novo terminal multiusos;
- Afetação da reserva portuária adjacente ao espaço das antigas carvoeiras;
- Construção de uma estação de passageiros, incluindo outros espaços complementares;
- Ampliação do terrapleno do terminal multiusos (APDL, 2006).

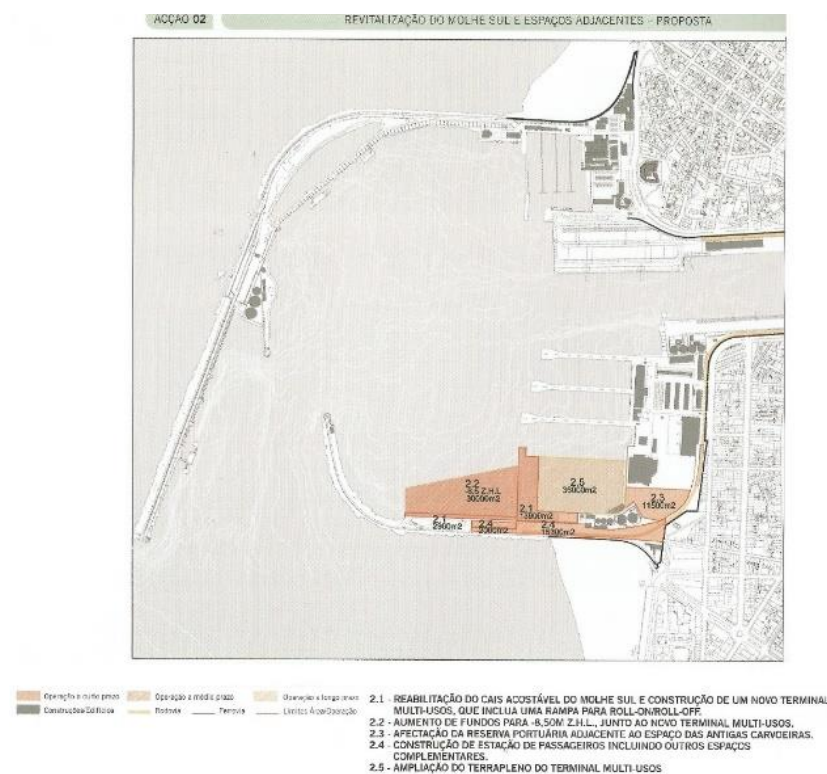


Figura 26 - Ação 2 - Fonte: Adaptado APDL, 2006

Grande parte das ações já foram realizadas e parte destas intervenções propostas foram alteradas no que se refere ao seu *layout*. É expectável que um novo plano estratégico de desenvolvimento seja brevemente apresentado.

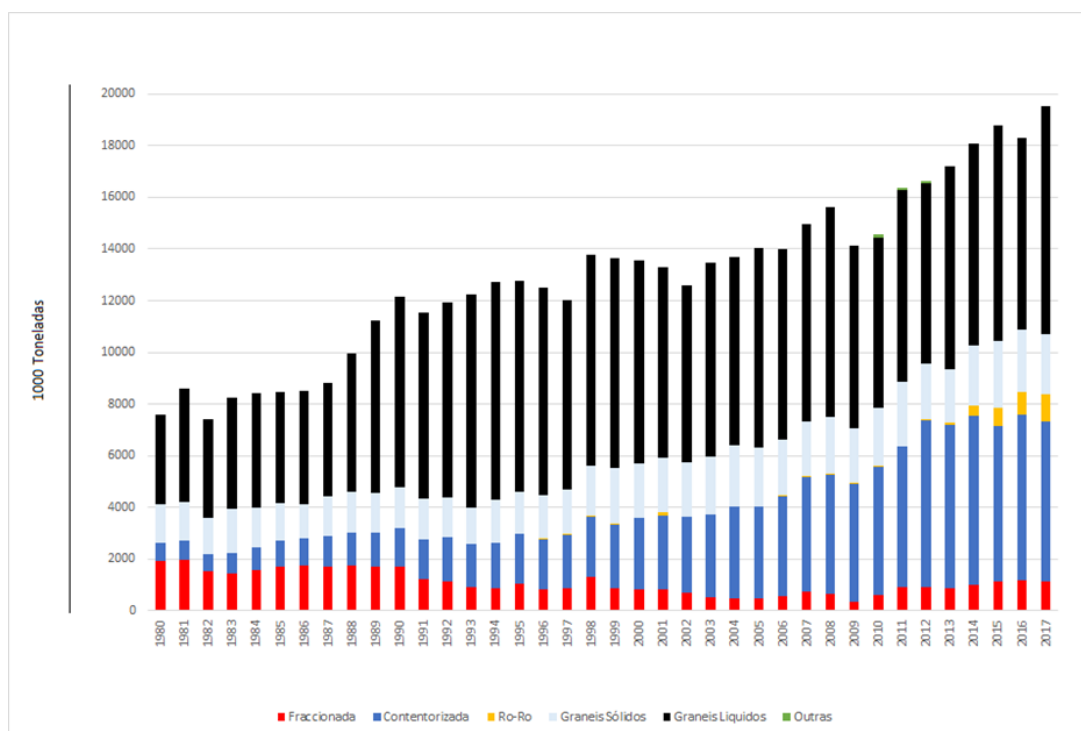


Figura 27 - Evolução do Tráfego de Mercadorias no Porto de Leixões - Fonte: Adaptado APDL relatório e contas e boletim estatístico de 2002

Da análise da Figura 27, constata-se desde 2006, o crescimento da quantidade de carga transportada com exceção dos anos da crise financeira de 2008 e 2009. É de salientar, a evolução da carga contentorizada desde 2006, devido às ações executadas que constavam no PEDPL.

Hoje em dia, no contexto dos portos nacionais, o Porto de Leixões é líder na movimentação de mercadorias de carga Ro-Ro e na carga contentorizada de exportação, sendo o segundo maior porto no volume global de mercadorias movimentado, estabilizado por volta dos 18 milhões de toneladas em 2016 (APDL, 2016).

Nos próximos tópicos, serão abordadas com maior detalhe as ações executadas na criação da bacia de rotação, na reabilitação dos cais de acostagem e na construção do terminal multiusos.

Uma situação análoga passa-se no Porto de Viana de Castelo, na sequência da apresentação da Estratégia para o Aumento da Competitividade Portuária – Horizonte 2016-2026. No final de 2016, a Ministra do Mar, anunciou um investimento destinado a melhorar as condições de acessibilidades marítimas e rodoviárias ao porto. Em breve será publicado o procedimento da empreitada para o aprofundamento no canal de navegação de acesso aos Estaleiros Navais de Viana do Castelo, concessionados por uma empresa (APDL, 2016).

3.3. IMPLICAÇÕES NOS CANAIS DE APROXIMAÇÃO

Uma das implicações a nível de infraestruturas portuárias diz respeito aos canais de aproximação, bacias de manobras e fatores que condicionam o dimensionamento dos mesmos, aspetos que serão abordados.

Os elementos técnicos que se passam a apresentar estão incluídos no relatório PIANC 2014.

O aumento das principais dimensões do navio, as exigências atuais da economia e indicadores do rendimento do porto constituem desafios, a nível de planeamento portuário, de forma a minimizar o tempo de permanência dos navios no porto, sendo que o objetivo principal é a segurança na realização das manobras e nas diversas operações, designadamente a de acostagem.

A área aquática, dentro de um porto, pode ser dividida em dois grupos:

- Área de Navegação de Navios, que contém os canais de navegação: entrada no porto e áreas de manobras;
- Área de Acostagem, que contém o cais e a zona de amarração.

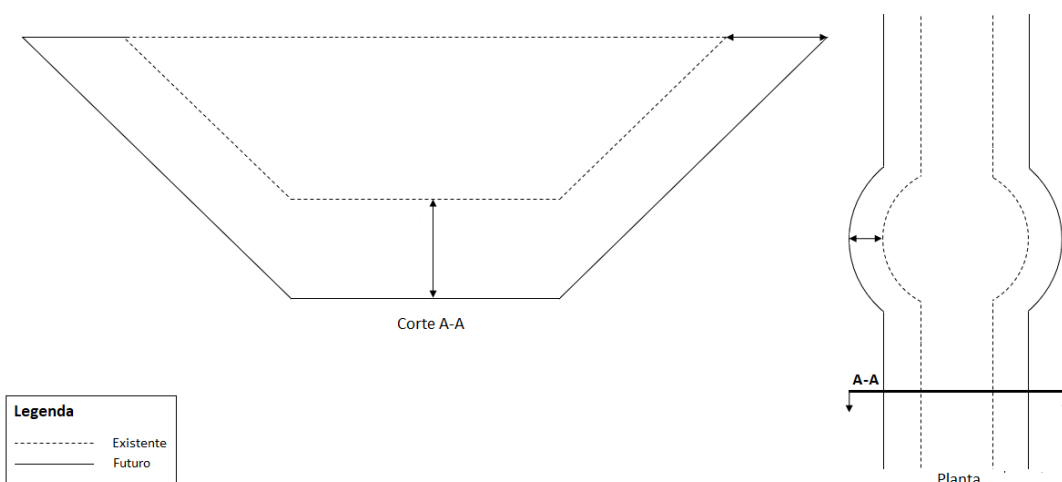


Figura 28 – Esquema das implicações nos canais de aproximação e nas bacias de manobra (Corte e Planta)

3.3.1.CANAIS DE APROXIMAÇÃO

As autoridades portuárias são pressionadas para disponibilizarem novos canais de aproximação para navios de maiores dimensões, ou para permitirem que estes possam circular nos canais existentes. Por isso, o planeamento portuário procura otimizar a economia de todas as operações ligadas ao transporte marítimo, incluindo o retorno aceitável do investimento em infraestruturas portuárias e em equipamentos, respeitando sempre as exigências ambientais.

Os canais de aproximação definem a rota do navio dentro do porto, desde a sua entrada até chegar à área de acostagem, ou seja, um canal de aproximação é uma via navegável que liga o porto ao mar aberto. Assim, existem dois tipos de canais de aproximação:

- Canal exterior em águas abertas, exposto à ondulação, que poderá produzir movimentos verticais significativos no navio;
- Canal interior em águas relativamente protegidas, sem grande exposição à ondulação significativa para grandes navios.

Os canais de aproximação terminam quando atingem a área de manobras, que serve para o navio se posicionar adequadamente para a acostagem ou inversão e sentido. Estes canais deverão ter a largura e a profundidade que permitam a circulação dos navios em condições de segurança. Para a correta definição dos canais de aproximação, têm de se considerar diferentes aspetos para além das dimensões dos navios, tais como condições de agitação marítima, atmosférica e ações resultantes do erro humano, nas manobras. Isto implica que se efetue a recolha de dados de ondulação; de correntes de marés; de caudais fluviais; de condições de visibilidade; de níveis e ciclos de marés; de ventos; de condições geológicas e levantamento batimétrico.

O projeto do canal de aproximação e das áreas navegáveis relacionadas exige a determinação de diferentes elementos:

- Configuração geométrica da secção, que inclui eixos, alinhamentos, curvas, profundidades e larguras;
- Auxílio à navegação, identificando áreas em função da profundidade com marcos ou boias;
- Condições marítimas e atmosféricas mínimas para executar as diferentes operações em segurança;
- Assistência de pilotagem, pois alguns navios poderão necessitar de auxílio de outras embarcações como, por exemplo, rebocadores para realizarem diversas operações em segurança.

Deste modo, um canal de aproximação é definido não só pela sua configuração geométrica, mas também pelo seu auxílio à navegação, pelas suas limitações de operacionalidade e pela necessidade de rebocadores ou outros meios de assistência à pilotagem.

3.3.2.CONSIDERAÇÕES ECONÓMICAS

Tendo em consideração o aumento das dimensões dos navios, ao longo da história, é previsível que esta tendência se mantenha. É o caso dos navios porta-contentores que continuam a aumentar todas as suas dimensões, especialmente o comprimento e a boca. O calado é a última dimensão a aumentar, de forma a não limitar a entrada dos navios em canais ou portos menos profundos. As condições dos perfis dos canais, impostas pelas autoridades portuárias, continuarão a afetar as tendências futuras. Por exemplo, as dimensões dos novos canais de navegação do Panamá criaram uma nova classe de navios, o *New*

Panamax. Consequentemente, o termo comumente utilizado, *PostPanamax*, poderá mudar, no futuro, de acordo com a evolução neste setor. As autoridades portuárias necessitam, portanto, de tomar decisões relativamente à gestão da zona portuária com estas tendências, de modo a continuarem competitivas no mercado global e a garantirem a segurança das diversas operações portuárias. Terão, pois, de analisar a viabilidade económica dos investimentos, através da análise custo/benefício, e considerar diferentes soluções técnicas viáveis. Os principais objetivos do investimento são aumentar o rendimento da velocidade dos processos de estiva e movimentação de carga, assim como minimizar o tempo de permanência do navio no porto. As autoridades portuárias têm de considerar os seguintes custos associados ao investimento:

- Custos de Construção: custo de ampliação do canal, que inclui as operações de dragagens, reperfilamento dos taludes laterais e rebaixamento da cota dos fundos;
- Custos de Exploração: custo de manutenção durante a vida útil do canal, por exemplo, a realização de dragagens devido ao caudal sólido transportado pelos rios;
- Custos de Operações: custo associado à assistência de pilotagem, nomeadamente rebocadores;
- Custos de Mitigação de impactos ambientais: custos associados à mitigação de impactos ambientais, designadamente com medidas que evitem a degradação da qualidade da água.

3.3.3.FASES DE PROJETO

No dimensionamento dos canais de aproximação, podem diferenciar-se duas fases distintas de projeto:

- Conceitos de Projeto: fase inicial, que inclui estimativas aproximadas das dimensões do canal como largura, profundidade, alinhamentos e estimativas dos custos;
- Projeto Detalhado: é o processo mais rigoroso para validar e otimizar os conceitos de projeto, que necessita de dados com maior detalhe e rigor do que os utilizados na fase anterior. Este processo utiliza modelos físicos e numéricos, assim como recorre a simuladores. Nesta fase, faz-se a análise custo/benefício, e analisam-se os riscos associados das diferentes propostas. Ainda nesta fase, as regras de operacionalidade e segurança deverão ser verificadas em função das condições climáticas e das propriedades do navio. Outros aspetos do projeto detalhado incluem o número, o tipo e o posicionamento de elementos auxiliares para a navegação, tais como passagens sob pontes, ou problemas pontuais, em locais específicos do canal, em que os requisitos mínimos, como largura ou alinhamento, podem não ser respeitados. O resultado final desta fase poderá ser alvo de análise por parte das autoridades responsáveis pelo tráfego marítimo.

3.3.3.1 Navio de Projeto

O dimensionamento de canais de aproximação utiliza o conceito de navio de projeto, que deverá ser escolhido de forma a garantir que as dimensões do canal permitam que outros tipos de navios também o utilizem, em condições de segurança. O canal deve cumprir vários critérios, tais como largura, profundidade e raios de curvatura. Para um melhor dimensionamento, pode ser apropriada a utilização de vários navios de projeto, com vista a determinar as dimensões condicionantes do canal. O objetivo do conceito de navio de projeto é determinar os valores extremos das dimensões do canal, assim como outros limites operacionais.

Deste modo, surgem outros critérios a considerar-se na escolha do navio de projeto, para além das dimensões do mesmo: Possuir fraca capacidade de manobra; Ter fraca resistência ao vento; Transportar mercadorias perigosas; Considerar o fator de carga; Ser vulnerável a ventos, ondas e correntes.

3.3.3.2 Alinhamento do canal

É recomendável a escolha de canais retos em vez de canais com curvas. Caso isso não seja possível, se tiver curvas no seu traçado, estas devem ser suaves, com raios de curvatura elevados.

O alinhamento do canal deve tentar respeitar as seguintes recomendações:

- Reduzir o mais possível o comprimento do canal;
- Evitar obstáculos ou áreas de acreção, onde seja necessária uma dragagem frequente, difícil de executar ou dispendiosa;
- Condições das bacias, nas extremidades do canal;
- Evitar curvas, especialmente à entrada do porto;
- Evitar correntes, ondas e ventos predominantes.

É recomendável que o alinhamento do canal não leve diretamente o navio ao terminal a que este se dirige. Assim, evitam-se riscos de embate contra estas infraestruturas, ou outras embarcações, caso o navio perca o controlo, durante a manobra de aproximação. É também fundamental considerar uma sobrelargura adicional, nas zonas de curva, para garantir a passagem das embarcações, com níveis de segurança adequados, nestas zonas. É, ainda, aconselhável que a distância entre curvas sucessivas seja superior a cinco vezes o comprimento do navio de projeto.

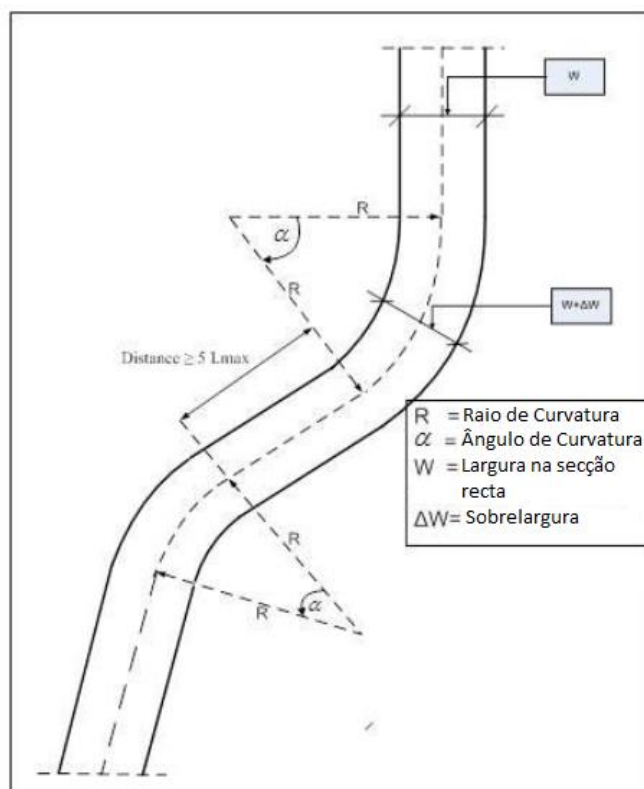


Figura 29 – Planta do canal de aproximação – Fonte: Adaptado PIANC, 2014

A consideração da sobrelargura em zonas de curva deve-se ao facto de estas serem zonas onde as águas são pouco profundas, em conjugação com a fraca capacidade de manobra dos navios. No Anexo A, apresenta-se o ábaco para o dimensionamento dos raios de curvatura, em função do rácio entre a profundidade, o calado e comprimento do navio de projeto, e ainda a tabela com diferentes raios de curvatura consoante o tipo de navio, para uma proporção de 1,2 entre a profundidade de água e o calado.

3.3.3.3 Dimensionamento da largura do canal

Neste tópico, será apresentado o procedimento de dimensionamento, na fase de conceitos de projeto, para canais de aproximação.

a. Largura nos alinhamentos retos

A largura nos alinhamentos retos é diretamente influenciada pelos seguintes fatores:

(1) Manobrabilidade Básica

O navio segue um percurso definido, mas este pode sofrer ligeiros desvios devido a forças exteriores, tais como vento, ondas ou correntes. Portanto, a largura da via de navegação depende de diversos fatores, nomeadamente: A manobrabilidade inerente do navio; Habilidade e experiência do manobrador; Visibilidade; Sinalização visual para orientar o manobrador.

(2) Ambientais

A posição do navio no canal é determinada em função da velocidade do mesmo e da exposição do canal à agitação marítima, ou vento. É, pois, necessária uma largura adicional devido a estas ações e de modo a assegurar uma navegação segura.

(3) Tipo de Mercadoria Transportada

No transporte de certas mercadorias químicas, devido à sua toxicidade; potencial explosivo; potencial poluente; potencial corrosivo é indispensável a existência de uma largura adicional como medida de segurança, em conjugação com outras como, por exemplo, limitar a velocidade de circulação, em certos troços, ou recorrer a uma assistência de outras embarcações, impedindo um eventual embate do navio nas margens.

(4) Taludes Laterais

Um navio próximo da extremidade do talude lateral poderá gerar forças hidrodinâmicas assimétricas que poderão provocar a perda de controlo da embarcação. Por isso, é necessário considerar uma largura adicional, fora das vias de circulação.

(5) Distância de Passagem

Em canais de aproximação com duas vias de circulação, exige-se uma largura adicional, a separar as duas faixas, para aumentar as condições de segurança. Esta medida justifica-se pelas forças dinâmicas que decorrem das interações entre navios, por exemplo, quando estes se cruzam ou circulam em direções opostas.

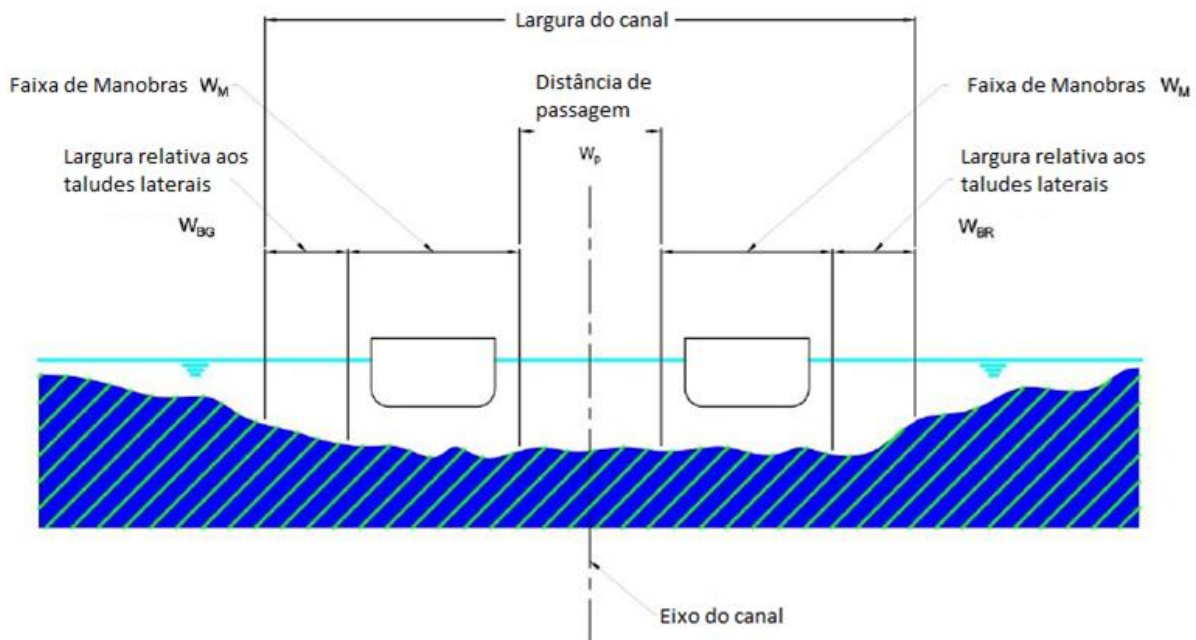


Figura 30 – Corte do canal de aproximação e fatores que influenciam o dimensionamento da dimensão horizontal

– Fonte: Adaptado PIANC, 2014

A largura do canal, nos alinhamentos retos, utiliza diferentes expressões em função do número de vias de circulação do canal, e é calculada pelas seguintes expressões:

$$W = W_{BM} + \sum W_I + W_{BR} + W_{BG} \quad (3.1)$$

Onde:

- W_{BM} – Largura associada às condições de manobrabilidade básica (ver Anexo A) [m];
- W_I – Largura adicional referente a efeitos de ventos, correntes (ver Anexo A) [m];
- W_{BR} e W_{BG} – Largura relativa aos taludes laterais (ver Anexo A) [m].

Para canais com duas vias, a largura do canal é calculada pela seguinte expressão:

$$W = 2W_{BM} + 2 \sum W_I + W_{BR} + W_{BG} + \sum W_P \quad (3.2)$$

Onde:

- W_P – Largura relativa à distância de passagem (ver Anexo A) [m].

b. Profundidade

O dimensionamento da profundidade do canal depende de diversos fatores distintos representados na Figura 31.

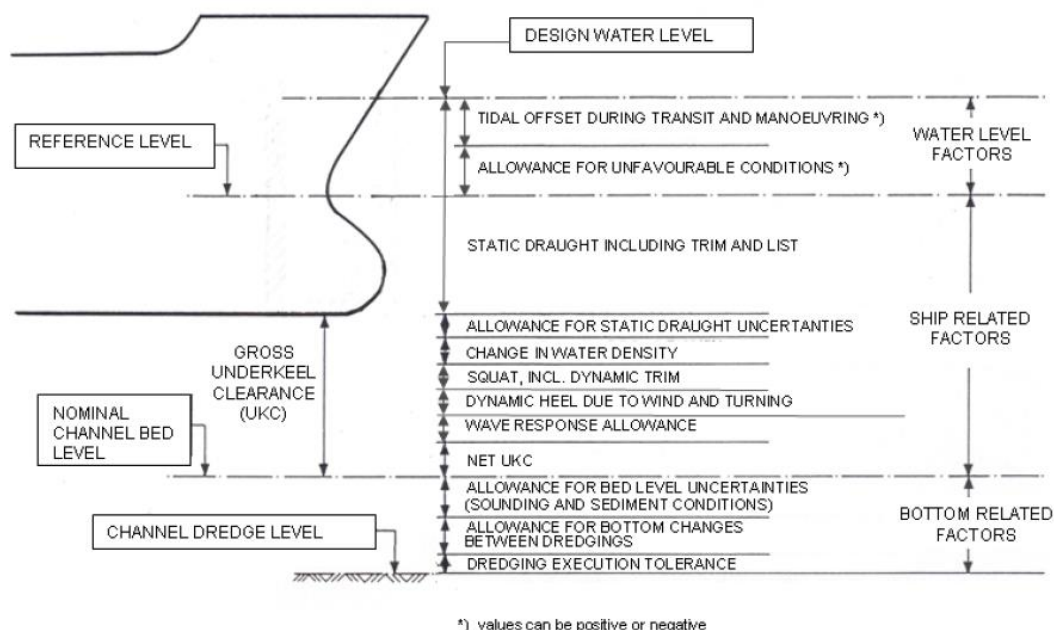


Figura 31 – Corte do canal e fatores que influenciam o dimensionamento da dimensão vertical – Fonte: PIANC, 2014

- Fatores do Nível de água

Estes fatores incluem o nível médio das águas do mar, bem como marés e os efeitos meteorológicos e astronômicos que fazem variar este nível. A variação da maré, entre preia-mar e baixa-mar, poderá permitir que navios com calados consideráveis possam circular no canal em preia-mar, mas irá limitar os períodos de tempo em que estas embarcações podem permanecer no porto. Esta variação das marés é bastante importante para o processo de dimensionamento e para a definição da profundidade pretendida para o canal. O nível de baixa-mar poderá não garantir as condições de segurança para a circulação de navios com calados elevados. Estas opções de projeto têm de ser determinadas com base nos custos de dragagens e com uma avaliação dos impactos ambientais.

- Fatores Relacionados com o navio

Estes fatores incluem o calado estático do navio e o *Gross Underkeel Clearance UKC*, que é composto por aspetos relacionados com as características do navio. O calado estático pode variar, isto é, se a carga não for bem distribuída no navio, isto poderá provocar a sua inclinação para um dos lados.

O *Squat* é o efeito de afundamento das embarcações, que consiste numa translação e numa rotação, devido ao fluxo de água que passa debaixo das mesmas. Este fluxo de água cria uma depressão no nível de água e o navio afunda-se. Este efeito aumenta significativamente em canais com águas pouco profundas. O campo de velocidades gera uma mudança da pressão hidrodinâmica, ao longo do navio, semelhante ao efeito de Bernoulli, uma vez que a energia cinética e potencial têm de estar em equilíbrio (Newman, 1977). Este fenómeno gera uma força vertical descendente que provoca o afundamento da embarcação. Logo, é necessário considerar estes fenómenos para o dimensionamento da profundidade de canal.

A velocidade do navio, as suas principais dimensões, assim como a sua geometria têm grande influência neste fenómeno. Assim, é proposta uma relação velocidade/profundidade, em função da velocidade do navio, com base no número de Froude:

$$F_{nh} = \frac{V_s}{\sqrt{gh}} \quad (3.3)$$

Onde:

- F_{nh} - Número de Froude [-];
- V_s - Velocidade do Navio [m/s];
- g - Aceleração da gravidade [9,81 m/s²];
- h - Altura de água [m].

Quando o Número de Froude se aproxima da unidade, é alcançada a barreira limite da velocidade, pelo que a resistência ao movimento do navio atinge valores muito altos e o navio não possui capacidade para circular mais rapidamente. Portanto, é recomendável que o número de Froude esteja limitado para os valores 0,6 ou de 0,7 para navios porta-contentores. Existem diversas fórmulas empíricas, e a que será apresentada para o cálculo do *Squat* é a fórmula de ICORELS, baseada na teoria de Tuck. Esta fórmula deve ser usada com precaução, pois foi desenvolvida em canais abertos, cuja expressão é a seguinte:

$$S_{b,l} = C_s \frac{\nabla}{L_{pp}^2} \frac{F_{nh}^2}{\sqrt{(1 - F_{nh}^2)}} \quad (3.4)$$

Onde:

- ∇ - Volume de água deslocado [m³] - $C_B \cdot L_{pp} \cdot B \cdot T$;
- L_{pp} - Comprimento do navio [m];
- $S_{b,l}$ - Bow Squat [m];
- C_s - Constante de ICORELS [1,75];
- C_B - Coeficiente de bloco [-];
- B - Largura do navio [m];
- T - Calado do navio [m].

Uma forma simples para controlar este efeito *Squat*, é através da limitação de um valor mínimo da proporção entre a altura de água disponível e o calado do navio. Para águas calmas, é recomendado a utilização de um valor entre 1,10 e 1,15, e, em águas mais expostas à agitação marítima, é recomendado a utilização de um valor entre 1,15 e 1,40. Em geral, quanto mais reduzido for este valor, mais o navio irá sofrer este efeito com as interações com o fundo do canal. Contudo, as dimensões do navio, velocidade e tipo de canal também têm um efeito significativo no *Squat*. O coeficiente de bloco assume valores em função do tipo de navio: para navios petroleiros e graneleiros, é de 0,85 e para navios porta-contentores varia entre 0,54 e 0,71. Para a determinação deste coeficiente, sugere-se a consulta do documento da PIANC 2014, onde se apresentam diversas alternativas bem como outras fórmulas para o cálculo do *Squat*.

3.3.3.4 Entrada do porto e Área de Manobras

Os elementos técnicos que se passam a apresentar estão incluídos no relatório ROM 3.1-99.

Os navios realizam a entrada no porto, reduzindo, progressivamente, a sua velocidade e necessitam de espaço dentro do porto, para efetuarem manobras, como mudanças de sentido ou direção, e para posicionarem o navio, a fim de realizarem a acostagem em condições de segurança, no cais. As condições climatéricas locais, como a agitação marítima, vento e correntes têm grande influência na definição das áreas de paragem, das áreas de manobras e de alinhamento de proa.

A área de manobras depende dos seguintes fatores:

- Tamanho, dimensões e características dos navios condicionantes que se espera receber (poderão não ser os navios maiores; vários tipos de navios deverão ser analisados);
- Volume de tráfego e natureza, assim como velocidades de navegação admissíveis dos navios para zonas de aproximação;
- Características geométricas das áreas de manobras;
- Ambiente marítimo existente na área, em particular o limite para condições operacionais nas manobras;
- Efeitos de desvio da popa, nas fases finais das manobras, que podem ser mais acentuados em navios que circulam a velocidades baixas e em zonas com maiores profundidades;
- A disponibilidade de rebocadores e as suas características, no auxílio a diferentes operações de manobra.

A análise que se apresenta, nos tópicos seguintes, assume que dois navios, ou mais, não efetuam manobras simultaneamente, pelo que as dimensões estabelecidas são apenas para um navio em operação.

Na Figura 32 é apresentada a aproximação do navio a um porto, realizando a manobra de paragem e de viragem circular. O raio da área de manobras é definido pelo navio de projeto mais condicionante, por isso, para este tipo de aproximação, é recomendável utilizar raios sobredimensionados devido aos efeitos de desvio da popa, na fase final da manobra.

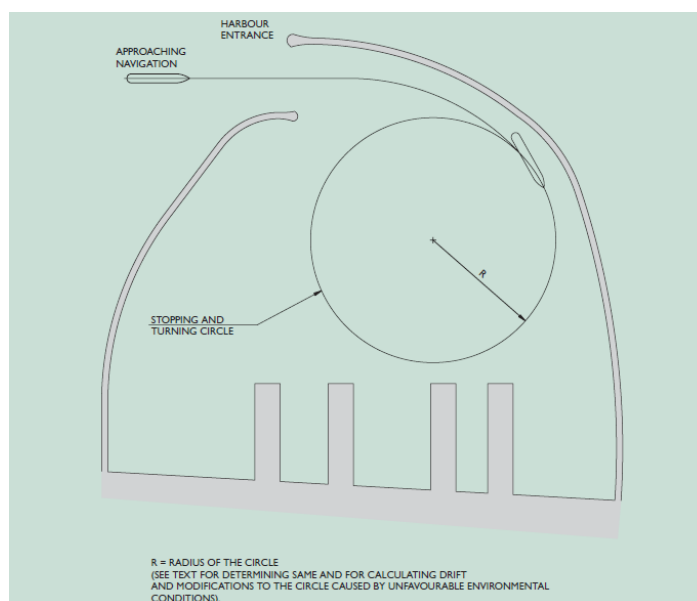


Figura 32 – Planta da área de manobras dentro de um porto – Fonte: ROM 3.1-99, 2007

O diâmetro da circunferência da área de manobras é determinado em função da profundidade da água no local e do comprimento entre perpendiculares do navio. Para navios com uma hélice única, a Tabela 12 apresenta os diâmetros a adotar.

Tabela 12 – Diâmetros mínimos e recomendados em função da profundidade de água e comprimentos dos navios – Fonte: Adaptado ROM 3.1-99, 2007

Profundidade	Diâmetro da circunferência	
	Recomendado	Mínimo
≥ 5.0 Calado	8 L _{pp}	6 L _{pp}
1.5 Calado	10 L _{pp}	7 L _{pp}
≤ 1.2 Calado	16 L _{pp}	10 L _{pp}

Num navio de dupla hélice, é recomendado o ajuste dos valores do quadro anterior, de acordo com as seguintes sugestões:

- Redução dos valores em 10% para os casos em que a profundidade de água $\geq 1,5$ Calado e 20% nos casos em que a profundidade de água $\leq 1,2$ Calado;
- As condições operacionais não devem exceder os seguintes valores:
 - Velocidade absoluta do vento $\leq 10,00$ m/s;
 - Velocidade absoluta da corrente $\leq 0,50$ m/s;
 - Altura de onda significativa $\leq 3,00$ m.

Em condições ambientais mais desfavoráveis, a área de manobras tem de ser superior e terão de ser contabilizados os seguintes aspetos:

- Desvios causados pelo vento;
- Desvios causados pela ondulação;
- Desvios causados pela corrente.

3.3.4. AMPLIAÇÃO DA BACIA DE MANOBRAS DO PORTO DE LEIXÕES

No âmbito do Plano Estratégico de Desenvolvimento do Porto de Leixões, para o projeto do novo terminal de cruzeiros de Leixões, estavam previstos o aumento da profundidade da bacia de manobra e o aumento da profundidade da bacia de acostagem para a cota -10.0 m ao Z.H.L.. O estudo realizado pelo IHRH utilizou as recomendações internacionais em (ROM e PIANC), algumas das quais foram atrás referidas.

Como fatores condicionantes à realização da manobra de aproximação, rotação e acostagem do navio são de referir o número e a potência dos rebocadores que auxiliam a manobra; a experiência dos pilotos do porto; as elevadas áreas laterais expostas à ação do vento; as características dos navios de cruzeiro, e, obviamente, as condições ambientais (IHRH, 2008).

Portanto, a acostagem de navios de cruzeiro de grandes dimensões, no futuro terminal de passageiros, deveria ficar sujeita à existência de condições favoráveis de ventos e agitação, e devia ser devidamente planeada e articulada com as demais atividades a decorrer no porto (IHRH, 2006).

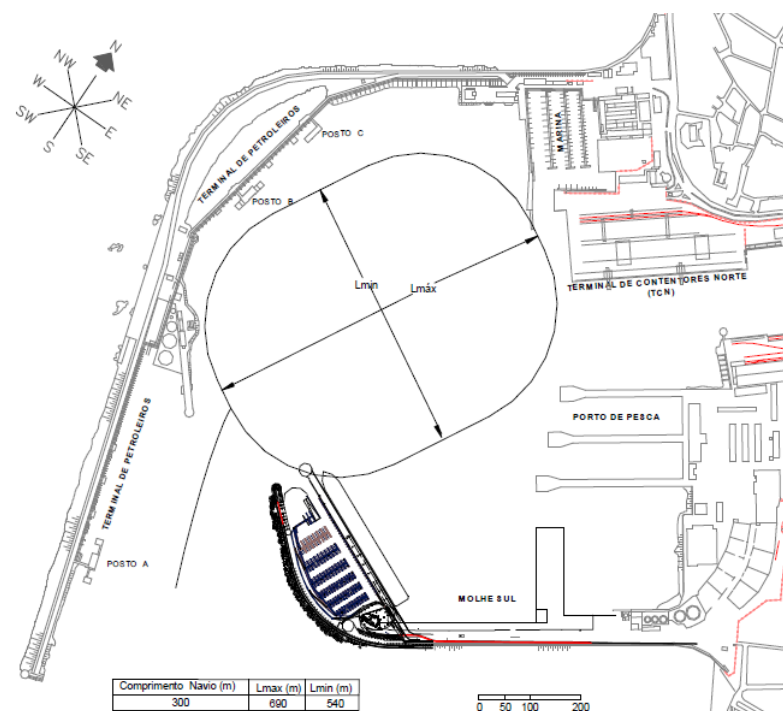


Figura 33 - Bacia de manobras na fase de estudo prévio - Fonte: IHRH, 2008

Na Figura 33 apresenta-se a bacia de manobras e as zonas de conflito (assinaladas a vermelho) com a exploração dos postos de acostagem B e C do terminal petrolífero, bem como a sobreposição da bacia de manobras para navios associados a outros terminais. O navio de projeto utilizado para o dimensionamento possui a dimensão de 300 metros de comprimento, levando a que os diâmetros da bacia de manobras tenham uma dimensão mínima de 540 m e uma dimensão máxima de 690 metros. Atualmente, no porto de Leixões, os navios de cruzeiro precisam de assistência de pilotagem a fim de realizarem a manobra de entrada no porto e a manobra de acostagem. Além disso, este porto apresenta condições que limitam a operacionalidade na receção destas embarcações. As dimensões da bacia de manobras adotadas no porto poderão não ser as apresentadas, visto que foram as dimensões propostas na fase de estudo prévio.

3.3.5. AMPLIAÇÃO DO CANAL DE APROXIMAÇÃO E DA BACIA DE MANOBRAS DO PORTO DE JACKSONVILLE

Nos últimos anos, os Estados Unidos da América têm investido na melhoria das condições dos canais de aproximação: na largura e na profundidade dos mesmos, assim como no aumento da dimensão das bacias de manobras e nos canais de navegação do interior do país. Em 2012, *U.S. Port and Inland Waterways Modernization Preparing for Post-Panamax Vessels* produzido *Institute for Water Resources U.S. Army Corps of Engineers* identificou que as situações mais críticas se localizavam na Costa do Golfo e na Costa Sudeste. Nessa altura, já existiam dez projetos para aprofundamento dos canais de aproximação, para portos situados na Costa do Golfo dos Estados Unidos, que apresentavam propostas de rebaixamento de profundidades nos canais, que variavam entre os 36 ft ($\approx 11,0$ m) até aos 47 ft ($\approx 14,3$ m). Além disso, visavam também a melhoria nos terminais de contentores e suas infraestruturas. Devido à importância deste país no comércio marítimo internacional e devido à sua

proximidade do Canal do Panamá, quando se estava efetuar a expansão do mesmo, no referido documento, identificam-se os portos “*post-Panamax ready*”, como aqueles que possuíam profundidades de cerca de 15 metros úteis nos canais, assim como condições adequadas nos cais de acostagem (IWR e USACE, 2012)

Outro exemplo da necessidade de melhoria dos canais de aproximação é caso do Porto de Jacksonville, no Estado da Florida integrado no Oceano Atlântico. Após dez anos de estudo e de discussão pública, as obras de aumento da profundidade do canal de 40 ft ($\approx 12,2\text{m}$), para 47 ft ($\approx 14,3\text{m}$) iniciaram-se em fevereiro de 2018.



Figura 34 – Projeto recomendado para o Porto de Jacksonville, no Estado da Florida - Fonte: Adaptado USACE, 2014

Na Figura 34 apresenta-se o plano recomendado, apresentado em 2014, para a melhoria do canal de aproximação ao porto. Este prevê o aumento da largura e da profundidade do mesmo, bem como o aumento das bacias de manobras adjacentes aos terminais. Neste âmbito, apresentam-se, no Anexo B, exemplos de outros projetos, em dois portos no Estado da Florida, na Costa Sudeste dos Estados Unidos.

3.4. REABILITAÇÃO DOS CAIS DE ACOSTAGEM

Os cais de acostagem pretendem oferecer condições adequadas para atracação de navios (acostagem e amarração), operações de movimentação de carga e armazenamento. Pelo exposto e devido à necessidade de crescimento do porto, as autoridades portuárias têm de reabilitar alguns cais de acostagem, de modo a acompanhar as evoluções do comércio marítimo internacional e da indústria de navios.

A reabilitação dos cais de acostagem pode dever-se a três motivos distintos:

- Excedência da vida útil da estrutura;
- Maiores sobrecargas no cais (contentores, equipamentos);
- Aumento de profundidades (rebaixamento da cota dos fundos).

A escolha da solução depende de diversas condicionantes como, por exemplo:

- Constituição dos fundos: a profundidade de água, as características geológicas e o tipo de solo existente nos fundos determinam a escolha de técnicas e tecnologias;
- Cais existentes: a composição e o estado de conservação dos cais existentes interferem na adoção de certas soluções;
- Espaço: limitações de espaço, de modo não se interferir com outras áreas que têm já outras funções;
- Movimento do porto: condiciona o tempo de construção e o espaço das obras a executar;
- Paisagem: as reações da população também influenciam soluções;
- Custos: o custo total da solução de exploração e manutenção podem condicionar, ainda, a escolha final, de modo a que o benefício justifique os custos. (Dias, 2009)

A solução a adotar nas estruturas de acostagem terá, portanto, de ter em conta outros fatores mais ligados à função que o cais irá desempenhar como os que Veloso Gomes (2008) indica:

- Função da estrutura;
- Cota de fundação/profundidades de água;
- Características geotécnicas;
- Continuidade/descontinuidade dos paramentos;
- Ações sobre a estrutura: acostagem, amarração e sobrecargas dos equipamentos;
- Técnicas construtivas disponíveis: equipamentos, pré-fabricação, rendimentos, qualidade e incorporação de tecnologia nacional;
- Materiais disponíveis: durabilidade, manutenção, quantidades e características mecânicas;
- Prazos de execução;
- Custos: construção, exploração e manutenção;
- Ocorrência de assoreamentos e possibilidade de operações de dragagem;
- Importância das correntes e da agitação.

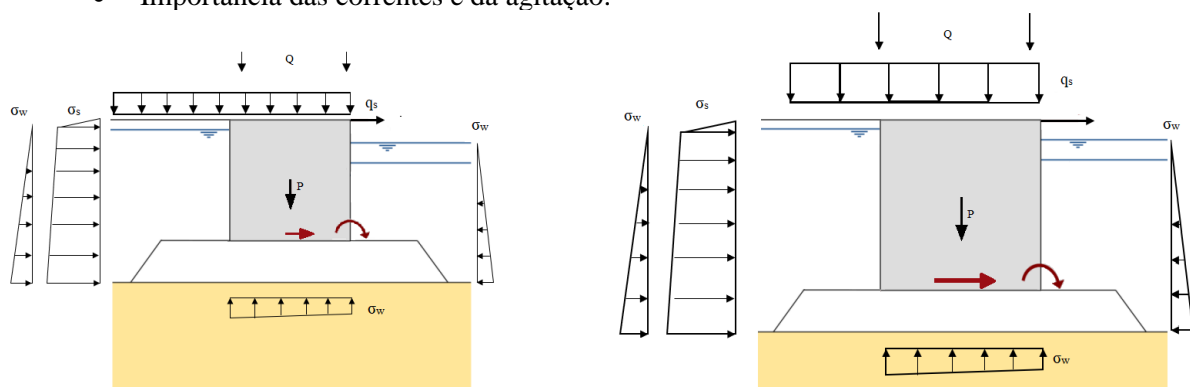


Figura 35 – Ações e efeitos nas estruturas de acostagem, situação atual e tendência futura

O exposto anteriormente tem implicações diretas nas estruturas de acostagem pelo que, na Figura 35, estão esquematizados os efeitos a cor vermelha, e as ações a cor preta, no cais de acostagem, numa situação de PMAV, com desnível hidrostático, sobrecargas e cargas pontuais no terraço, e força de amarração. Assim, a receção de navios, com calados superiores e com maior capacidade de carga, acarreta maiores sobrecargas; maiores cargas pontuais; maiores impulsos hidrostáticos horizontais e verticais; maiores tensões nas fundações; maior força de amarração. Neste contexto, estas estruturas estarão sujeitas a valores de momento mais elevados em torno do ponto de rotação na base.

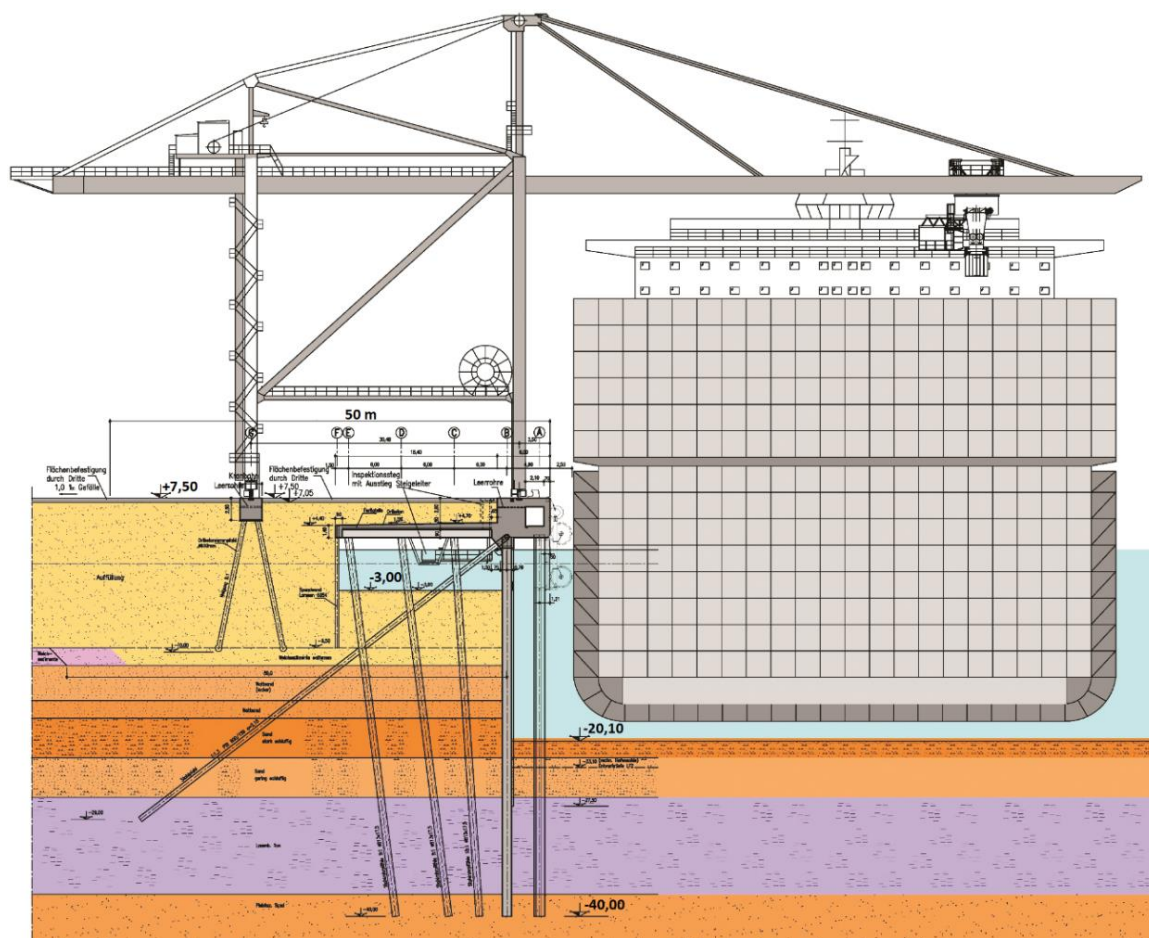


Figura 36 – Perfil transversal do terminal de contentores do Porto de JadeWeser, Wihelmshaven, Alemanha -
Fonte: Adaptado Kluth e Ehmen, 2011

Na Figura 36, apresenta-se o perfil transversal do terminal de contentores do Porto de JadeWeser em Wihelmshaven, na Alemanha, de forma a exemplificar as dimensões atuais dos cais de acostagem atuais.

3.4.1. SOLUÇÕES EXECUTADAS EM PORTOS INTERNACIONAIS

Neste tópico, serão apresentadas diferentes soluções para reabilitação e aprofundamento de cais de acostagem, realizados recentemente em portos internacionais, que se podem agrupar-se em varias categorias, e que se apresentam na Tabela 13.

Tabela 13 – Soluções adotadas em obras de reabilitação/aprofundamento de cais de acostagem

Soluções	Cais de Portos
Avanço	Eurogate, Porto de Hamburgo
	Terminal Multiusos, Porto de Leixões
	Muro-Cais de Alcântara, Porto de Lisboa
	Cais Príncipe Felipe, Porto de Algeciras
Novo Cais	Terminal de Contentores, Porto Elizabeth
Ancoragem no Tardoz	3rd Harbour Dock, Porto de Antuérpia
	Eurogate, Porto de Hamburgo
	Doca nº4, Porto de Leixões
Mista	Eurogate, Porto de Hamburgo
Reforço Estrutural (sem aprofundamento)	Doca nº1, Leixões (1974)
	Cais De Gerlachekaai, Porto de Antuérpia
	Cais D'Herbouvillekaai, Porto de Antuérpia
	Terminal Polivalente, Porto de Leixões

3.4.1.1 Avanço

A solução de reabilitação e aprofundamento do cais de acostagem de avanço consiste na construção de uma nova estrutura de acostagem para o plano de água, para maiores profundidades, e devendo estar situada a uma certa distância da estrutura existente. Normalmente, esta solução é utilizada quando os fundos apresentam uma configuração favorável e se pretende aumentar a área do terrapleno, podendo-se utilizar diversas soluções para este fim. A maior desvantagem desta solução é que diminui a largura do plano de água e isso pode condicionar a circulação de navios.

Com os objetivos de repor uma situação estável na estrutura, e aumentar a capacidade do terminal de contentores, sem que isso implique um aumento da altura de armazenagem; de permitir a atracagem de navios porta-contentores com maiores calados; e de dotar o terminal com novos equipamentos, o Terminal de Contentores de Alcântara realizou uma obra deste tipo. Assim, a solução adotada na estrutura do cais acostável consistiu num avanço para o plano de água com maiores profundidades, aumentando portanto a área de terrapleno disponível.

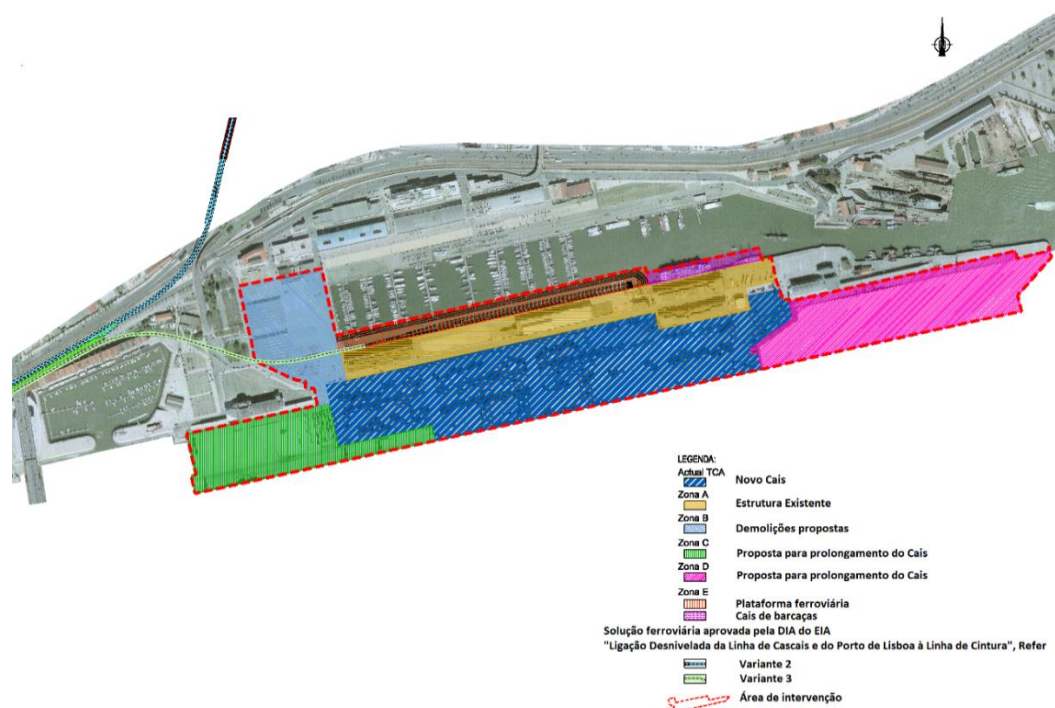


Figura 37 – Proposta de expansão do Terminal de Alcântara na fase de Estudo Prévio - Fonte: Adaptado ARQPAIS, 2010

Na Figura 37, apresenta-se a área proposta de intervenção da expansão do Terminal de Contentores de Alcântara no âmbito do Plano Estratégico de Desenvolvimento do Porto de Lisboa, proposta na fase de estudo prévio, mas após grande discussão foi abandonado. O cais existente era uma estrutura gravítica constituída por blocos de betão apoiados num talude de enrocamento e no prisma de fundação, do fim do século XIX, e apresentava sinais de instabilidade nos anos 60 e 70, e por isso foi reabilitada entre abril de 1979 e Dezembro de 1981 (Veloso Gomes, 2017).

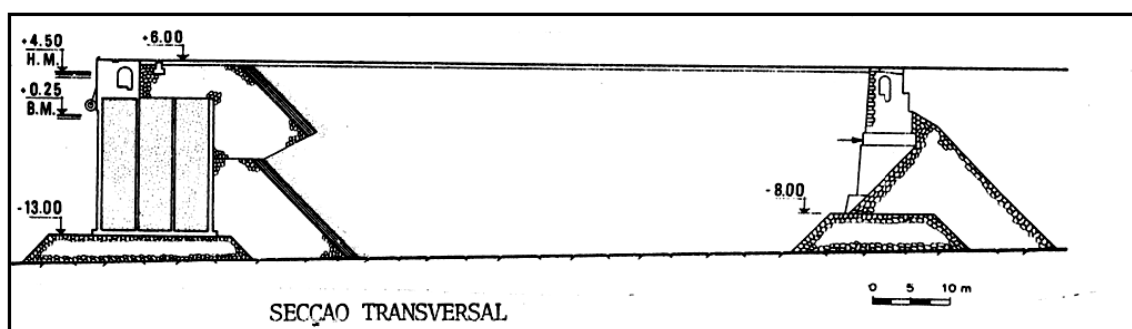


Figura 38 – Solução em caixões no Terminal de Contentores de Alcântara – Fonte: Veloso Gomes

A solução consistiu numa estrutura em caixões celulares pré-fabricados de betão armado, preenchidos com areia, aumentando a profundidade dos -8m ao Z.H. para os -13 m ao Z.H. e aumentando a superfície de terrapleno passando a largura de 40 m para 120 m. Estes estão assentes sobre o prisma de fundação em enrocamento, e com um prisma de alívio também constituído por enrocamento. Na secção entre a nova estrutura e a estrutura existente utilizou-se um aterro com cerca de 10^6 m^3 de areia. Na execução desta solução foi necessário proceder à regularização e desmonte do fundo rochoso em rocha basáltica, com recurso a explosões controladas (Veloso Gomes, 2017).

3.4.1.2. Novo Cais

A solução de reabilitação e aprofundamento do cais de acostagem, através da implantação de uma nova estrutura aderente, consiste na construção de uma nova estrutura de acostagem, aproveitando a estrutura existente no local, sem recorrer à sua demolição.

O terminal de contentores do Porto Elizabeth, no Estado de Nova Jérсия, Estados Unidos da América, está situado no porto perto do aeroporto internacional de Newark. Pretendeu-se reabilitar a estrutura existente desde os anos 70, de modo a possibilitar a receção dos navios porta-contentores *Super Post Panamax*. Esta intervenção teve os seguintes objetivos:

- Aumentar a profundidade do cais dos 10 m para 15,2 m;
- Colocar equipamentos de cais mais altos e com maior alcance;
- Reforçar a fundação dos carris onde seriam instalados os novos pórticos de cais;
- Reforçar a estrutura devido a maiores solicitações;
- Analisar a resistência desta estrutura às forças sísmicas.

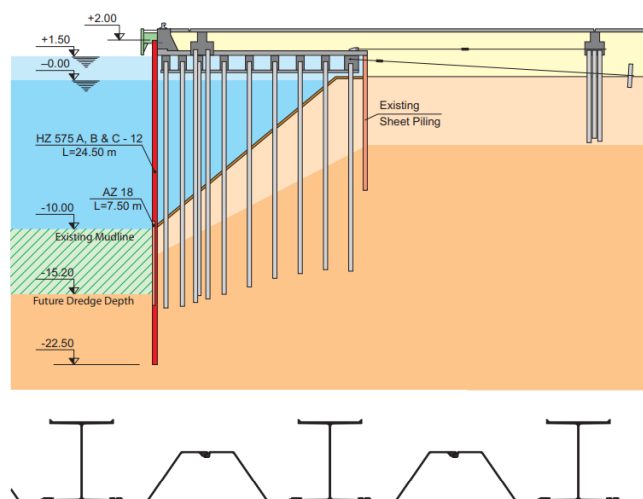


Figura 39 - Perfil transversal da solução adotada e perfil da parede estacas-pranchas - Fonte: Adaptado Arcelormittal, 2009

A estrutura existente era uma laje de betão apoiada em pilares de madeira, a solução adotada consistiu numa nova estrutura aderente com a implantação de uma parede de estacas-pranchas ligadas a perfis, cravadas a grandes profundidades e na ancoragem do topo dos perfis em I.

Cais Príncipe Felipe (Terminal Multiusos), Porto de Algeciras, Espanha

O cais Príncipe Felipe é outro exemplo deste tipo de intervenção, apresentada na Figura 40. Na parte interior do paramento mais antigo que constituía o quebramar onde se utilizou uma solução de muro de gravidade, que também servia como cais de acostagem, não apresentava condições adequadas para a receção de navios devido ao seu alinhamento curvo. No dimensionamento da nova estrutura foram considerados cargas elevadas devidos aos equipamentos de cais e especialmente restrições, devido a evitar futuros previsíveis assentamentos para que os equipamentos de cais operem em segurança. Assim, a solução adotada consistiu na cravação de pilares no *bedrock* com cerca de 55 m de comprimento, tendo

os fundos deste cais de acostagem cerca de 17 m e um comprimento de aproximadamente de 530 m (Jiménez e Pérez, 2012).

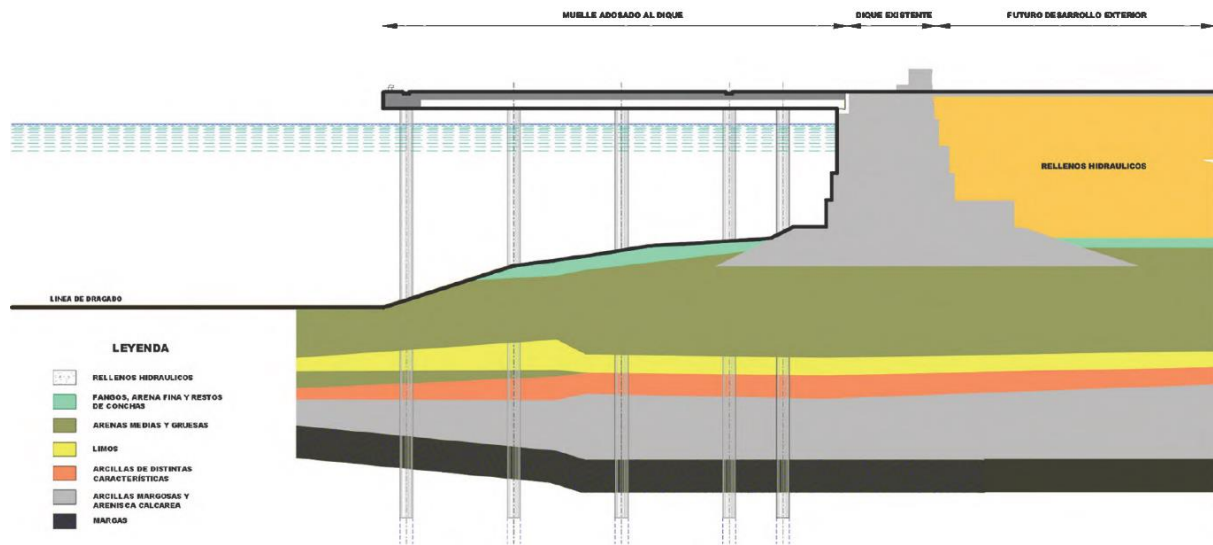


Figura 40 - Cais Príncipe Felipe – Fonte: Jiménez e Pérez, 2012

Cais Norte e Este Da Ilha Verde (Terminal De Contentores), Porto de Algeciras, Espanha

Neste mesmo porto, o cais Norte e Este também recorreram a este tipo de solução, apresentada na Figura 41. O levantamento batimétrico nesta zona indicava que o cais de acostagem poderia acolher calados de cerca de 18 m, sem grandes custos de dragagem envolvidos. Assim, a solução escolhida foi uma estrutura em caixões celulares com prisma de alívio e prisma de fundação. De forma a evitar assentamentos futuros na área preenchida com material para aterro, para acelerar o processo de consolidação, foram utilizados drenos antes no aterro, para evitar danos posteriores no pavimento e na estrutura de acostagem.

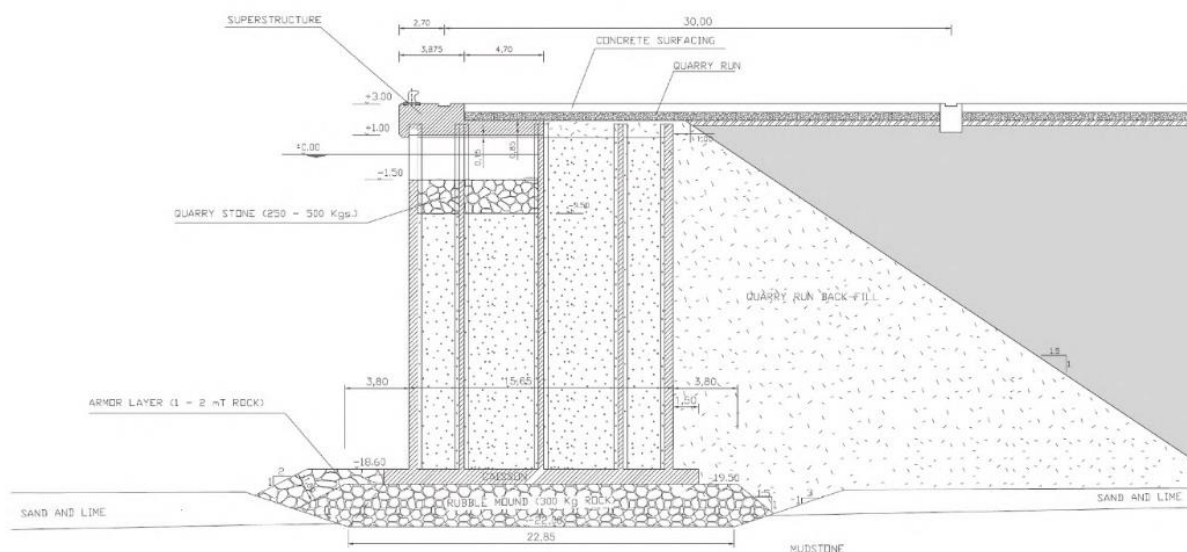


Figura 41 – Perfil representativo dos Cais Norte e Este – Fonte: Jiménez e Pérez, 2012

3.4.1.3 Ancoragem no tardoz

A solução de reabilitação e aprofundamento do cais de acostagem utilizando a ancoragem no tardoz, é frequentemente utilizada para casos em que o aprofundamento causa um aumento de ações desestabilizadoras, devido ao aumento do braço de cada força relativamente ao centro instantâneo de rotação. Esta reside na transmissão de uma força de tração da estrutura a uma zona de terreno, de forma a mobilizar a resistência ao corte desse terreno, e o seu processo de execução é bastante simples, consistindo em: Furo da cavidade de ancoragem; Colocação das armaduras de pré-esforço; Amarração das armaduras; Esticar as armaduras; Preencher o furo com calda de cimento ou outro material fixante. Como este tipo de estruturas serão utilizadas em ambientes marítimos, e o tipo de material utilizado irá degradar-se com a exposição a estes ambientes, é necessário ter preocupações relativamente à corrosão, pelo que são utilizadas medidas de proteção para anti-corrosão (Dias, 2009).

O terminal 3rd Harbour Dock, no Porto de Antuérpia, na Bélgica, foi alvo de uma intervenção com o objetivo de possibilitar a acostagem de navios de maior calado e modernizar o porto com novos pórticos.

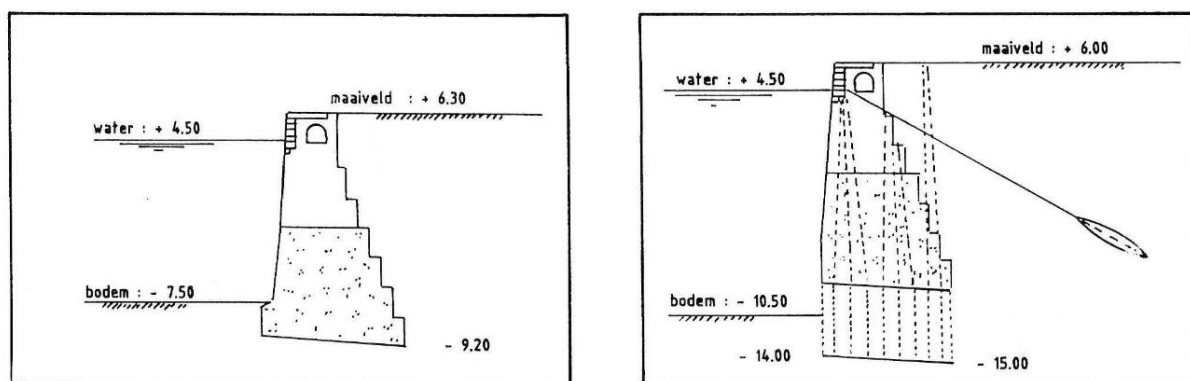


Figura 42 – Estrutura existente e após reabilitação no 3rd Harbour Dock - Fonte: G. Thues et al, 1993

A reabilitação da estrutura utilizou uma solução mista recorrendo à técnica de Jet-grouting para implementar pilares diafragma reforçados com cabos de aço na fundação da estrutura, através de furos na estrutura gravítica, e com uma ancoragem no tardoz. Assim conseguiu-se o aprofundamento dos -7,50 m ao Z.H. para os -10,50 m ao Z.H. e aproveitando a estrutura existente em muro de gravidade.

3.4.1.4 Mistos

Muitas estruturas apresentam soluções mistas, de modo a potenciar os pontos fortes de cada técnica, em conjugação com outros pontos positivos de outras soluções, minimizando as fragilidades de cada opção técnica.

O Porto de Hamburgo, situado, na foz do rio Elba no norte da Alemanha, é um porto importante não só para a Alemanha como também para o continente europeu, tendo movimentado cerca de 8,9 milhões de TEU's, em 2016 (UNCTAD, 2017). O cais foi alvo de intervenção de reabilitação entre 2000 e 2010, com o objetivo de aprofundar dos cerca -12,0 m ao Z.H. para os -18,8 m ao Z.H., bem como um avanço de cerca de 37 m em direção ao plano de água.

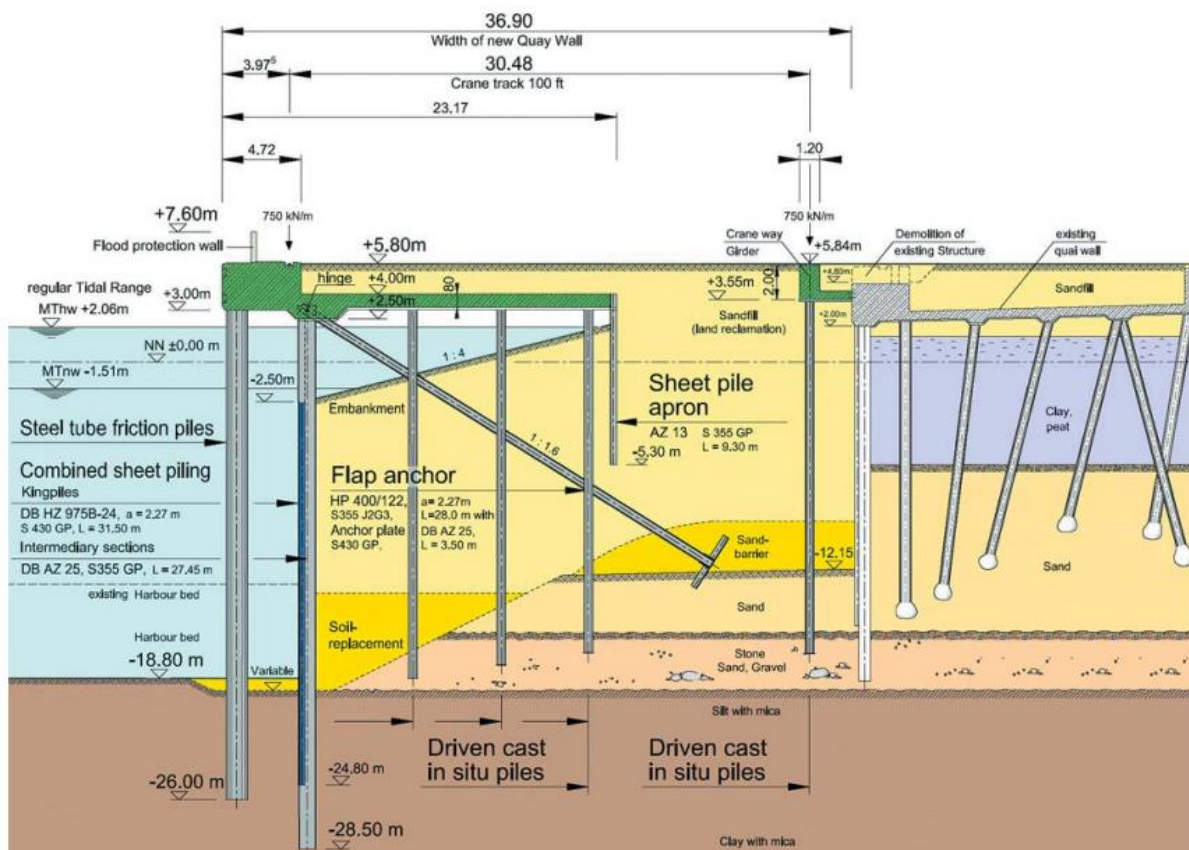


Figura 43 – Perfil transversal da solução adotada Cais de Predohlkai, Terminal de Contentores Eurogate do Porto de Hamburgo, Alemanha – Fonte: Arcelormittal, 2009

A solução apresentada na Figura 43 consistiu num aprofundamento do cerca de -12 m ao Z.H. para os -18,8 m ao Z.H.; num avanço do cais para o plano de água; na construção de uma estrutura de betão armado apoiada em estacas verticais de betão; cravação de perfis em aço para reforçar a frente do cais; construção de uma cortina de estacas-pranchas na frente do cais, com aberturas na parte superior; ancoragem da parte superior da frente do cais à parte inferior do novo aterro. Neste âmbito, apresentam-se, no Anexo C, exemplos de outros projetos de reabilitação de estruturas de acostagem executados em portos internacionais.

3.4.1.5 Reforço Estrutural

A solução de reabilitação de cais de acostagem através do reforço estrutural da estrutura existente, consiste em utilizar técnicas para possibilitar que o cais de acostagem apresente condições adequadas para receber, por exemplo, maiores sobrecargas, ou em reforçar estruturas que apresentam sinais de instabilidade e necessitam de obras de estabilização ou reforço. É comum utilizar-se a ancoragem no tardo para este tipo de intervenção, para o qual se apresentam os exemplos de dois cais do Porto de Antuérpia.

Recentemente, no Porto de Antuérpia, na Bélgica, os cais de acostagem existentes, construídos no final do século XIX, executados em muros de gravidade, a sua fundação era constituída, em algumas zonas, por caixões de aço, situados entre os -10 m Z.H. e os -15 m Z.H.. Estes foram reabilitados devido aos grandes sinais de instabilidade que apresentavam, tais como diversas fissuras e alguns danos (Hillewaere e Feremans, 2016).

Cais D'Herbouvillekaai, Porto de Antuérpia

Nesta zona, situada na parte sul do cais, apesar de medidas de restrição de cargas, após os resultados da campanha de monitorização, tiveram de se executar medidas de reforço de emergência, nesta estrutura.

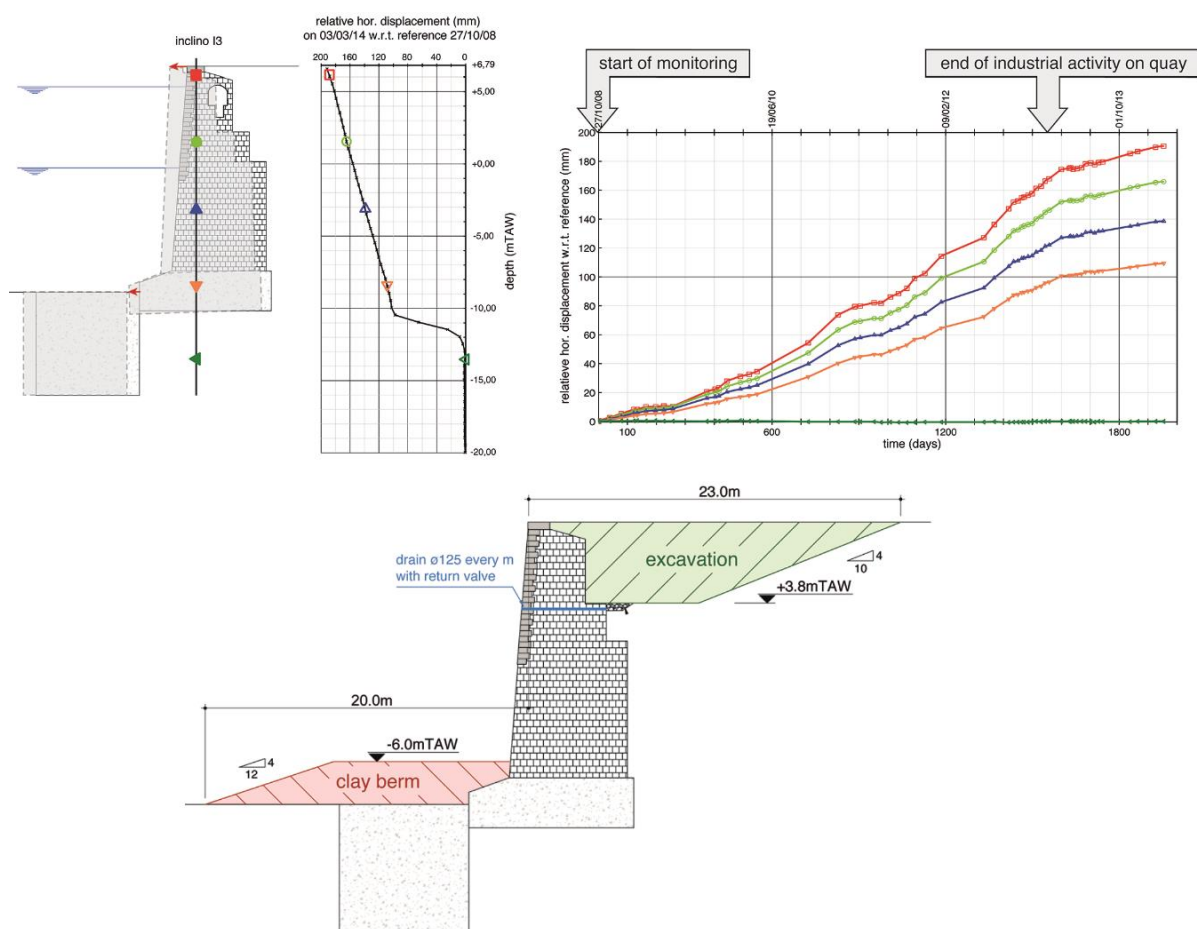


Figura 44 - Estrutura existente monitorizada em função do tempo e dos deslocamentos horizontais, e medidas de reforço de emergência – Fonte: Hillewaere e Feremans, 2016

As medidas de emergência incluíram a construção de uma berma de argila, na face frontal da estrutura gravítica, instalação de drenos, e uma escavação na parte superior para aliviar os impulsos ativos dos solos nessa zona, como é possível observar na Figura 44. Nessa figura observam-se também a estrutura original e os resultados da campanha de monitorização com os deslocamentos horizontais em função do tempo, medidos através de inclinómetros. Apesar destas medidas de emergência, executadas em setembro de 2012, a estrutura continuava a deslocar-se horizontalmente. Portanto a única opção viável e duradoura teve de ser uma reconstrução radical da estrutura (Hillewaere e Feremans, 2016)

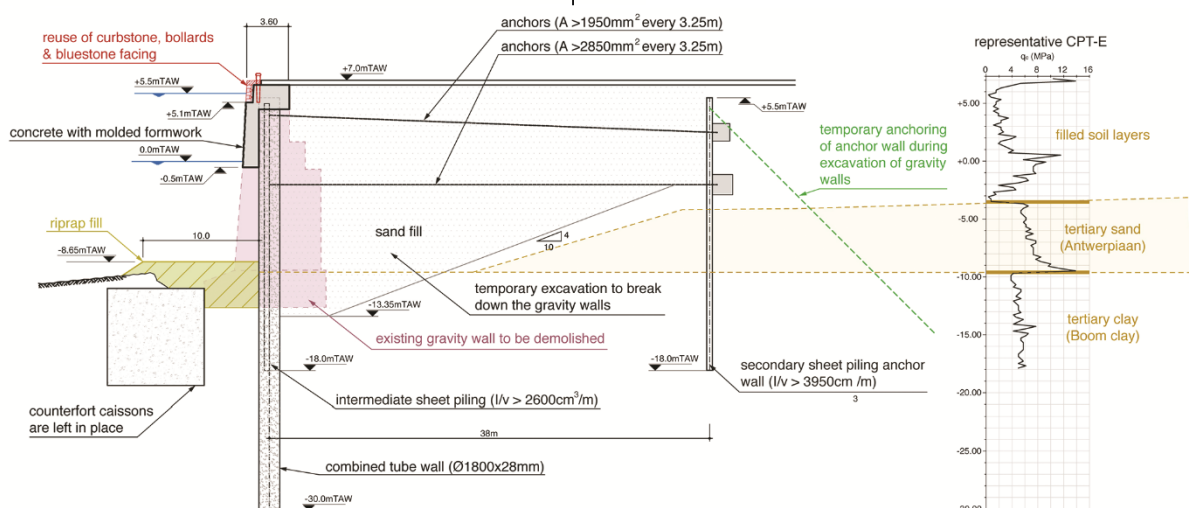


Figura 45 – Solução de Estabilização no Cais D'Herbouvillekaai - Fonte: Hillewaere e Feremans, 2016

A solução de reabilitação, executada em 2013, consistiu na demolição das paredes gravíticas e na sua substituição por um tubo, em combinação com uma parede de retenção com tubos de aço com cerca de 37,5 m de comprimento, e com duas filas de ancoragens, ancoradas numa segunda parede de retenção, situada a 38 m para a parte interior. Na Figura 45, apresenta-se a solução de reabilitação implementada com os resultados do ensaio CPT (Hillewaere e Feremans, 2016).

Cais De Gerlachekaai, Porto de Antuérpia

As estruturas existentes neste cais encontravam-se em melhor estado comparativamente às do Cais D'Herbouvillekaai, mas necessitavam de ser alvo de reabilitação. A primeira solução escolhida consistia em paredes Jet-Grout, a fim de aumentar a profundidade da fundação e de reforçar a estrutura, porém, após a realização de alguns testes abandonou-se esta opção de estabilização.

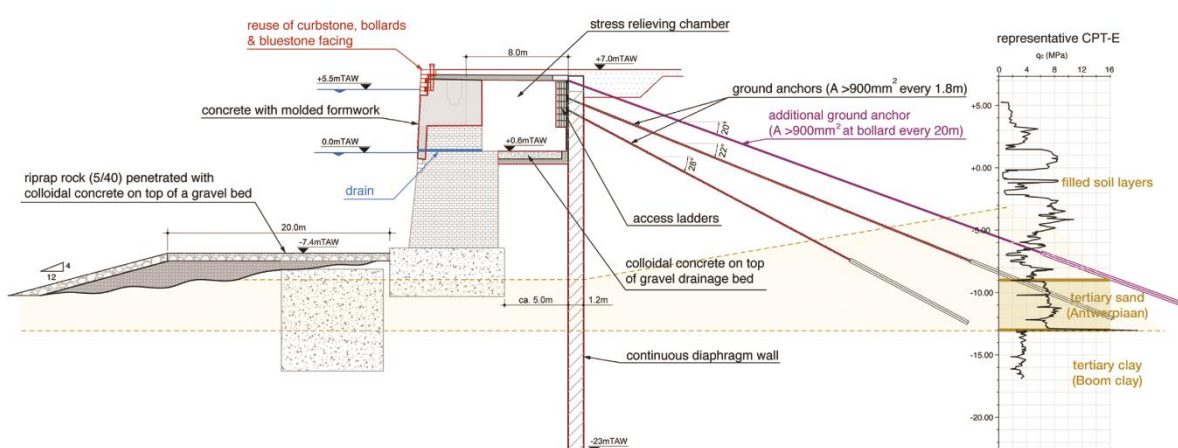


Figura 46- Solução adotada no Cais De Gerlachekaai - Fonte: Adaptado Hillewaere e Feremans, 2016

Na Figura 46 apresenta-se a solução escolhida para reabilitação do Cais De Gerlachekaai, que consistiu em cravar a parede diafragma à profundidade de -23 m ao Z.H.. Esta encontra-se ancorada através de

duas filas de cabos, ancorados no solo, e com uma ancoragem adicional a cada 20 m de desenvolvimento de forma a evitar os movimentos horizontais da estrutura,. Na face frontal da estrutura, em contacto com a água, recorreu-se a proteção do fundo com uma camada de *RipRap* sobre uma camada de gravilha e penetrada com betão coloidal (Hillewaere e Feremans, 2016).

3.4.2. SOLUÇÕES EXECUTADAS NO PORTO DE LEIXÕES

Com a passagem do tempo, o Porto de Leixões teve de ir melhorando os seus cais de acostagem, de acordo com diversas finalidades. *“Apesar de ocupado em grande parte da sua superfície, o porto abriga “inquilinos” com tendências diversas de evolução”* (APDL, 2006). O objetivo, para alguns cais, *“era reabilitá-los ou dotá-los para novas funções, enquanto noutros, o objetivo era modificar as suas configurações, de modo a possibilitar a receção de navios com maiores calados. A insuficiente profundidade do porto inviabiliza a sua utilização por navios de grande porte, como os navios porta-contentores com calado de 12 metros”* (APDL, 2006).

Situado na foz do rio Leça, o Porto de Leixões está situado numa zona onde há muito depósitos de sedimentos. Aí, não só o solo é muito heterogéneo como também a posição do *“bed-rock”*, o que foi determinante na solução escolhida para a reabilitação dos cais. *“As soluções técnicas encontradas foram necessariamente adaptadas às características específicas do local de implantação do cais, o que justifica a variedade de soluções que se podem encontrar executadas em Leixões”* (Dias, 2009).

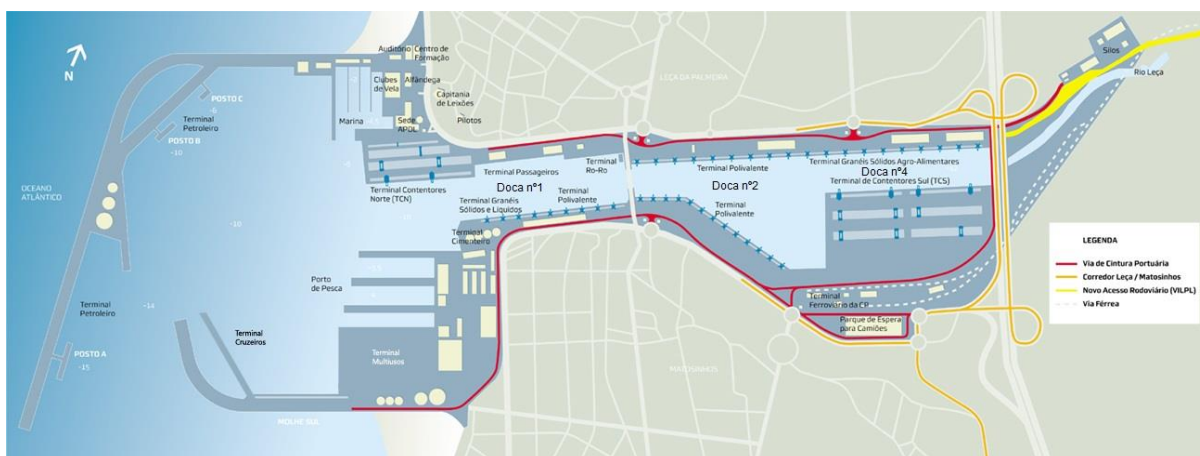


Figura 47 – Planta do Porto de Leixões e definição de terminais e docas – Fonte: Adaptado apdl.pt

3.4.2.1. Doca nº 1

Como a doca nº 1 foi a primeira doca a ser construída no Porto de Leixões, tem sido, por isso, alvo de maior número de intervenções, pretende-se, assim, realizar uma breve descrição da evolução desta doca.

- 1932 a 1940 – Construção da Doca nº1;
- 1973 a 1974 – Reparação dos muros-cais em arcadas da Doca nº1;
- 2000 a 2003 – Reabilitação e reforço do Cais Sul da Doca nº1.

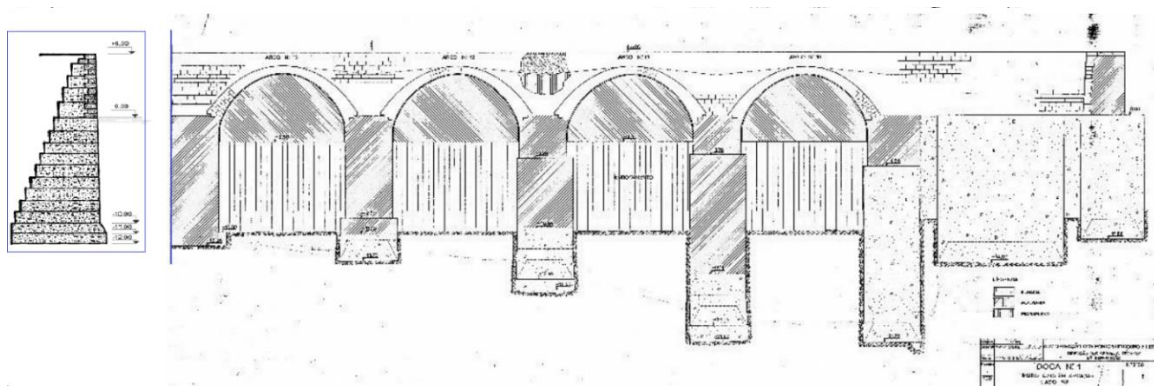


Figura 48 - Perfil e Muros Cais em Arcadas da Doca nº1 – Fonte: Adaptado APDL, 2015

A natureza complexa dos fundos, nesta zona do porto, levou a que as estruturas aí utilizadas fossem muros de gravidade e, nas restantes zonas, fossem utilizados muros-cais em arcadas, mas esta solução em arcadas caiu em desuso. Na Figura 48, apresenta-se a estrutura em muros-cais em arcadas originais da Doca nº1 do Porto de Leixões.

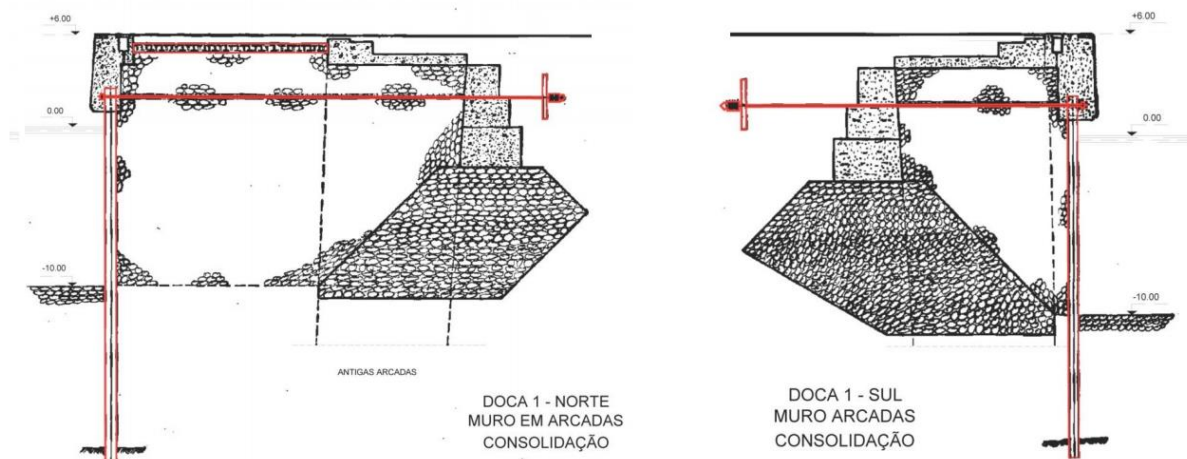


Figura 49 – Reparação dos Muros-Cais em Arcadas, da Doca 1 do Porto de Leixões, entre 1973 e 1974 – Fonte: Adaptado APDL, 2015

Como, em 1970, as zonas construídas em muros-arcadas apresentavam sinais de ruína, foram reabilitadas. Hoje, estas estruturas gravíticas ainda se encontram em algumas secções dos terminais. Nesta intervenção, não se pretendia rebaixar os fundos, por isso a intervenção foi apenas de reforço estrutural através da cravação de uma cortina de estacas-pranchas e atirantadas, na parte superior, de forma a superar o afloramento rochoso muito profundo, como é apresentado na Figura 49.

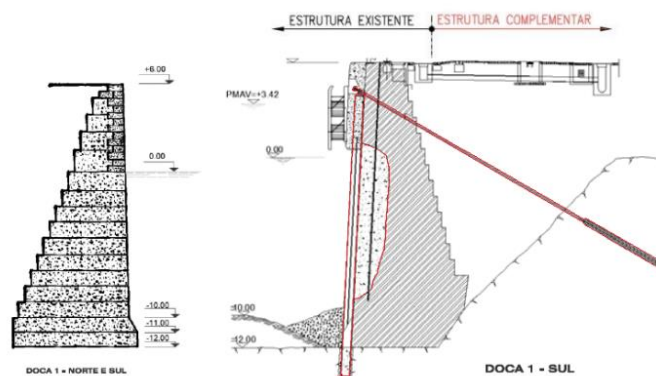


Figura 50 - Perfil do cais gravítico da doca 1 e perfil do Terminal Polivalente Sul reabilitado - fonte: Adaptado APDL, 2015

O Terminal Polivalente (sul), assim como outras zonas, foi inicialmente construído utilizando a solução de um muro de gravidade. Contudo, este Terminal foi intervencionado, reparando-se os danos existentes e, simultaneamente, dotando-o com a capacidade necessária para a instalação de novos guindastes. Na Figura 50, apresentam-se diferentes perfis do cais gravítico da Doca número 1 e a solução adotada. Esta solução tem como objetivos suportar a parte superior do terraplino e impedir movimentos do solo através de perfis cravados no terreno. Esta técnica é frequentemente utilizada para a contenção de terras, visto que é bastante versátil, não exige muito espaço para execução e o processo construtivo não é afetado pela posição do nível freático. Contudo, é uma solução mais cara do que outras técnicas possíveis para funções semelhantes; as estaca-prancha necessitam de proteção, de forma a aumentar a sua durabilidade, pois estas irão ser instaladas em ambientes marítimos muito agressivos e são relativamente frágeis na fase de execução. As estacas-pranchas poderão ser constituídas por diferentes materiais, designadamente madeira, betão armado ou aço, mas o material mais utilizado é o aço devido à facilidade da sua cravação no solo (Dias, 2009).

O aprofundamento dos fundos dos cais acostáveis das Docas número 1 e número 4 do Porto de Leixões decorre, essencialmente, da necessidade do aumento de postos disponíveis para navios de maior calado, no Terminal de Contentores. Para esse aprofundamento, concorre também o objetivo de dotar outros terminais com características para receber navios especializados.

3.4.2.2.Doca nº 2

Na Doca nº 2, estão instalados os Terminais Polivalentes de carga-geral, de graneis sólidos e graneis líquidos, já foi alvo de intervenções de requalificação, pretendendo-se, portanto, realizar uma breve descrição da evolução desta doca:

- 1957 a 1966 – Construção do lanço de 743 m da Doca nº2 Sul;
- 1962 a 1966 – Construção do lanço de 300 m da Doca nº2 Norte;
- 1971 a 1975 – Construção do lanço de 370 m da Doca nº2 Norte;
- 1995 a 1997 – Reabilitação do cais de 300 m da Doca nº2 Norte (APDL, 2008).

A construção desta doca proporcionou um comprimento de aproximadamente 1400 metros de cais acostáveis, mas apenas foi totalmente concluída, em 1975. Esta foi a segunda doca a ser construída no Porto de Leixões, no âmbito do Plano de Ampliação do Porto Comercial, com o intuito de aumentar a capacidade do porto, tendo sido utilizada uma estrutura no cais com a configuração do tipo-dinamarquês ou também designado de tipo-holandês. Esta configuração consiste num conjunto de estacas cravadas

em profundidades elevadas, orientadas na vertical ou na diagonal, para sustentarem uma laje. Cravadas no *bedrock*, as estacas estão suportadas na fundação por terreno firme, que, por sua vez, recebe as cargas presentes na laje. Esta é uma solução bastante flexível e com um custo relativamente reduzido, consoante a configuração escolhida, pois não é necessário realizar grandes volumes de escavações para implantar a estrutura. Em locais como a foz dos rios, em que muitas vezes os terrenos são aluvionares, este tipo de solução em estacas é bastante utilizado (Dias, 2009).

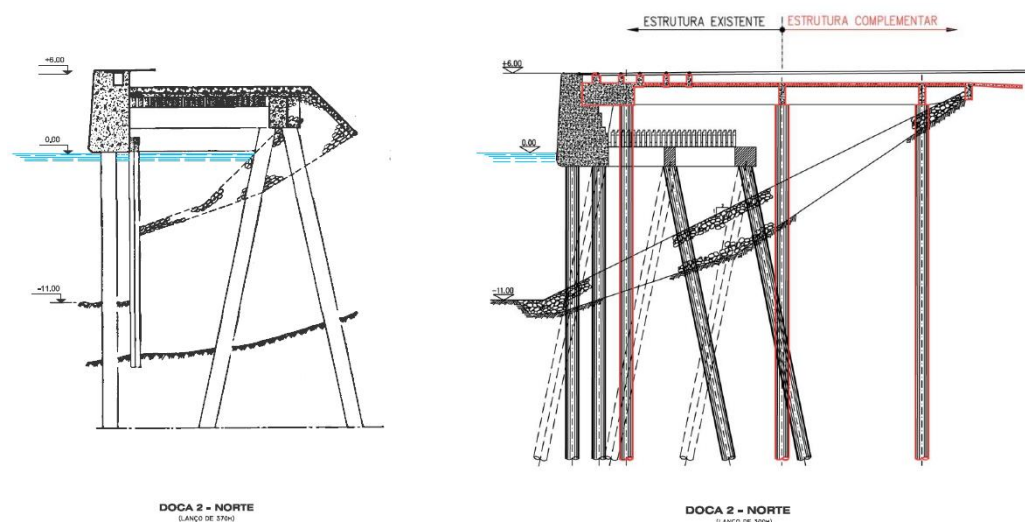


Figura 51 – Perfis da doca 2 e estrutura rehabilitada - Fonte: Adaptado APDL, 2012

Entre 1995 e 1997, a estrutura foi rehabilitada na vertente de reforço estrutural para suportar maiores cargas no terrapleno, através da cravação de estacas verticais, como se apresenta na Figura 51.

3.4.2.3. Terminal Multiusos

Neste tópico, serão abordadas as obras executadas para o aumento dos fundos, junto ao Terminal Multiusos, bem como a solução adotada neste caso.

Entre 2007 e 2008, no âmbito do PEDPL, foi construído o Terminal Multiusos, resultante da reabilitação do cais acostável do molhe sul, da construção de um novo terminal, e do aumento de fundos dos -7,0 m Z.H.L. para -8,5m Z.H.L., junto ao novo Terminal Multiusos. Como este se destina, essencialmente, à receção de navios Ro-Ro, teve de se disponibilizar uma rampa no cais, bem como uma zona de grandes dimensões destinada à armazenagem, o que influenciou significativamente a solução adotada: o avanço da parte frontal do cais. Foram utilizados blocos pré-fabricados de betão armado NOREF na construção de um novo cais gravítico, o que resultou num avanço deste cais de aproximadamente 14 m, relativamente ao antigo cais gravítico, o que também permitiu aumentar a área de terrapleno do cais, conforme se apresenta na Figura 52 (Dias, 2009).

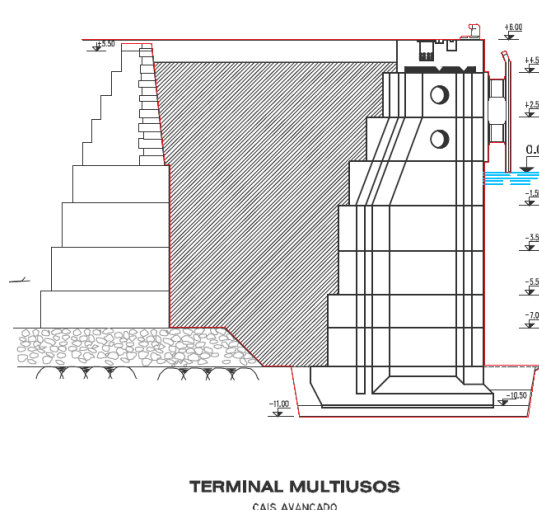


Figura 52 – Perfis do terminal multiusos, no cais polivalente e no cais avançado no molhe sul - Fonte: Adaptado APDL, 2012

Para rebaixamento do fundo do cais, foi adotada a solução do avanço da estrutura para o plano de água com profundidades mais elevadas, obtendo-se, assim, uma maior área de terrapleno tal como em comprimento do cais de acostagem, conforme é possível ver na Figura 52.

3.4.2.4.Doca nº 4

A doca nº4, construída entre os anos de 1974 e 1984, onde estão situados os Terminais de Graneis Sólidos Agroalimentares e o Terminal de Contentores Sul, já foi alvo de várias obras de reabilitação em diferentes cais, nomeadamente:

- 2000 a 2002 – Reabilitação de um troço com 110 m do Cais Sul e do Cais Nascente da Doca nº4;
- 2005 a 2006 – Estabilização do Cais Sul e Poente da doca nº4.

Entre 2000 e 2003, a doca número 4 foi alvo de obras de reabilitação, cujos objetivos principais eram rebaixar a cota dos fundos para os -12,0 m Z.H.L. e normalizar o rio Leça, na sua parte terminal. As operações de dragagem, no interior da doca, exigiram uma análise prévia da estabilidade dos cais existentes. Se fosse necessário, far-se-iam obras no sentido de assegurar a sua estabilidade. Como a estrutura pré-existente era constituída por uma cortina de estacas-pranchas metálicas cravadas e estacas verticais e diagonais, que não cumpria os níveis de segurança exigidos pelos novos pórticos que seriam instalados no cais, optou-se pela ancoragem no tardoz. Esta opção consiste num cabo pré-esforçado coberto, por exemplo, por uma calda de cimento, que o torna impermeável e que é cravado no terreno através de uma cabeça metálica de ancoragem também protegida por calda de cimento, bolbo de selagem, tal como se apresenta a vermelho a intervenção de reabilitação na Figura 53. Isto possibilitou a instalação segura dos equipamentos necessários para movimentação de carga e receção de sobrecargas mais elevadas. Como vantagens desta solução, salientam-se a facilidade de execução, o uso de poucos equipamentos e o baixo nível de intrusão (Dias, 2009).

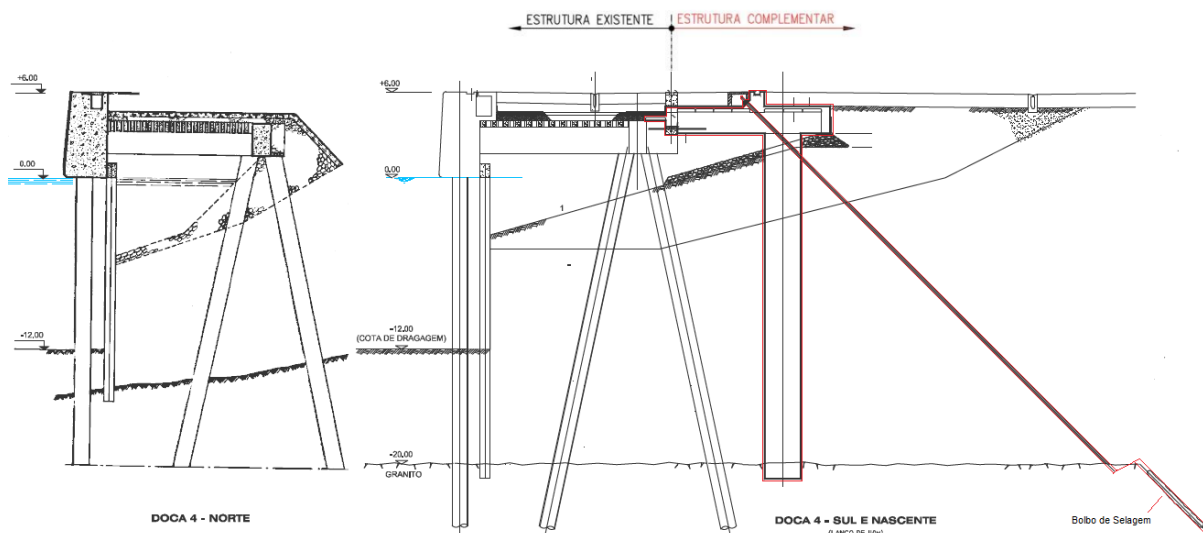


Figura 53 - Perfis da Doca 4 Norte, Sul e Nascente – Fonte: Adaptado APDL, 2012

A doca nº4 foi construída inicialmente utilizando a configuração no cais de acostagem do tipo-Dinamarquês, com uma plataforma sobre estacas verticais e diagonais, e por uma cortina de estacas-pranchas metálicas.

3.5.SÍNTESE

Em suma, destacaram-se neste capítulo, as implicações da evolução das principais dimensões dos navios nos de canais de aproximação, assim como a necessidade de aprofundamento dos cais de acostagem para fornecer condições adequadas à recepção dos mesmos. Este desenvolvimento fomentou a necessidade de rebaixamento das cotas dos fundos dos canais de navegação e dos cais existentes para a recepção desses navios de grande porte. Foi também imperioso dotar os cais de estruturas com capacidade estrutural para a implantação de novos equipamentos de cais e aptas para ações maiores sobre a estrutura. Assim, tendo em conta os dados existentes, espera-se que estas tendências continuem a verificar-se.

4

AUMENTO DE TERRAPLENOS E CRIAÇÃO/MELHORIA DE ACESSIBILIDADES

4.1. INTRODUÇÃO

À medida que o tráfego marítimo e a quantidade de carga transportada aumentavam, as exigências de maiores comprimentos de cais; maiores profundidades; melhores condições de abrigo; maiores áreas de armazenagem; melhores acessibilidades, as áreas terrestres envolvidas dos portos foram progressivamente ocupadas e, em alguns casos, condicionaram a expansão das áreas portuárias, o que levou à construção de novos portos ou a sua expansão para novas áreas. As autoridades portuárias localizadas em estuários encontram alguns obstáculos para o seu desenvolvimento, tais como: necessidade de uma boa rede de transportes intermodais e necessidade de aumentar a área portuária. Porém, têm de enfrentar barreiras que condicionam esta expansão e procurar soluções para não condicionar a sua evolução.

4.2. AUMENTO DE TERRAPLENOS

A falta de áreas disponíveis na parte terrestre é um dos fatores que condiciona o crescimento dos portos, pois grande parte dos existentes, quando foram construídos, não previam nem planearam áreas disponíveis para futuras expansões. Atualmente, alguns portos muito antigos estão a exceder a capacidade máxima disponível, pelo que uma boa solução para este problema é a ampliação das áreas de terrapleno. Existem diversas alternativas como: avanço em terra; avanço sobre o plano de água; solução mista. Estas ampliações sobre o plano de água têm sido frequentemente adotadas nos portos internacionais devido à falta de espaço, na área terrestre. Com este tipo de solução para ampliação das áreas, obtém-se não só um aumento da área de terrapleno como também um aumento da profundidade de água, dotando o cais com profundidade adequada para a receção de navios com calados elevados. Este tipo de intervenção necessita de grandes volumes de materiais para aterro e terá de ser usado um material com características e propriedades adequadas para uma boa compactação. É comum utilizar-se material dragado nas proximidades do porto ou de rocha desmontada, resultante do aumento da profundidade dos fundos (Martingo, 2014).

Demonstrada, nos capítulos anteriores, a evolução da capacidade de carga das embarcações; dos diferentes equipamentos cada vez mais pesados; da especialização de terminais; da necessidade de maiores áreas; de uma maior eficiência e a necessidade de profundidades cada vez maiores levou a que grande parte dos portos se expandissem para o plano de água. A necessidade de áreas para a instalação de diversos terminais, com grande número de equipamentos de cais e grandes áreas para armazenagem e movimentação de carga, trouxe diversas implicações, nomeadamente a nível infraestrutural nos cais

de acostagem. Assim, aproveitando a necessidade de melhoria das condições dos terminais, e entre os fatores já referidos, as autoridades portuárias optaram por soluções de avanço de cais e reforço estrutural da estrutura existente, como demonstrado no Capítulo Reabilitação dos Cais de Acostagem e Aumento das Dimensões dos Canais de Aproximação e no Anexo C. A filosofia adotada para a construção dos portos, ao longo dos séculos, valorizava muito o comprimento do cais de acostagem. Todavia, atualmente, prova-se que a área disponível também era bastante importante e a falta de planeamento de expansão dos portos para a área terrestre fez com que estes fossem condicionados a aumentar a sua área para o plano aquático.

No âmbito deste trabalho, pretende-se sustentar com exemplos concretos as afirmações atrás apresentadas, de modo a abranger todos os continentes do globo.

4.2.1. NOVA IORQUE

No passado, a baixa capacidade de transporte das embarcações levava a que se realizasse um maior número de viagens. A carga era essencialmente transportada através de caixotes e barris, o que exigia um grande comprimento de cais para a receção destes navios. Com a evolução tecnológica, surgiram navios com maior capacidade de carga, novos sistemas de movimentação de carga e, consequentemente, era necessário um menor número de viagens, ainda que cada vez maiores quantidades de cargas entrassem nos portos. Por conseguinte, eram cada vez mais valorizadas as áreas de terraplenos com grandes áreas, aptos para estas cargas. A falta de espaço terrestre não é o único motivo para que as autoridades portuárias se expandam para o plano de água. A necessidade de maiores profundidades disponíveis, a necessidade de aumentar/melhorar a capacidade ou instalação de novos terminais, a existência de estruturas inadequadas para instalação de pórticos de cais, ou outros motivos, obrigam à implantação de novas infraestruturas mais adequadas. A cidade de Nova Iorque é, pois, um bom exemplo das afirmações atrás referidas.



Figura 54 - Vista área da cidade de Nova Iorque em 1951 - Fonte: theatlantic.com

A Figura 54, datada de 1951, já num período posterior à Segunda Guerra Mundial, altura de grandes desenvolvimentos tecnológicos, é visível o grande número de docas ao longo do distrito de Manhattan e na restante parte da cidade, fornecendo assim grandes comprimentos de cais de acostagem. Para além disto, é bem visível o desenvolvimento da malha urbana em redor dos diferentes locais para atracarem navios. Com a revolução que o transporte de carga contentorizada trouxe nas trocas comerciais marítimas, o excessivo número de postos de acostagem passou a deixar de ser útil e eficiente. A quantidade de carga transportada por cada navio era muito maior, a maneira como a mercadoria era transportada também se alterou. Isso implicou a necessidade de maiores áreas para as diferentes operações de movimentação de carga nos terminais, para a instalação de diferentes equipamentos e áreas de armazenamento, tendo influenciado, naturalmente, a evolução das áreas portuárias. O transporte de outro tipo de cargas também contribuiu para esta evolução, que não é exclusivamente decorrente da movimentação de carga contentorizada como, por exemplo, granéis sólidos, entre outras mercadorias. É ainda importante salientar-se que neste ano de 1951, o Porto de Newark, em Nova Iorque, situado junto ao aeroporto internacional de Newark, após uma requalificação iniciada em 1948, tornou-se num terminal moderno com 21 cais de acostagem e um canal de aproximação, com cerca de 10,7 m de profundidade, com capacidade para a receção dos maiores navios dessa época e, em 1962, inaugurou-se o primeiro terminal de contentores no mundo.

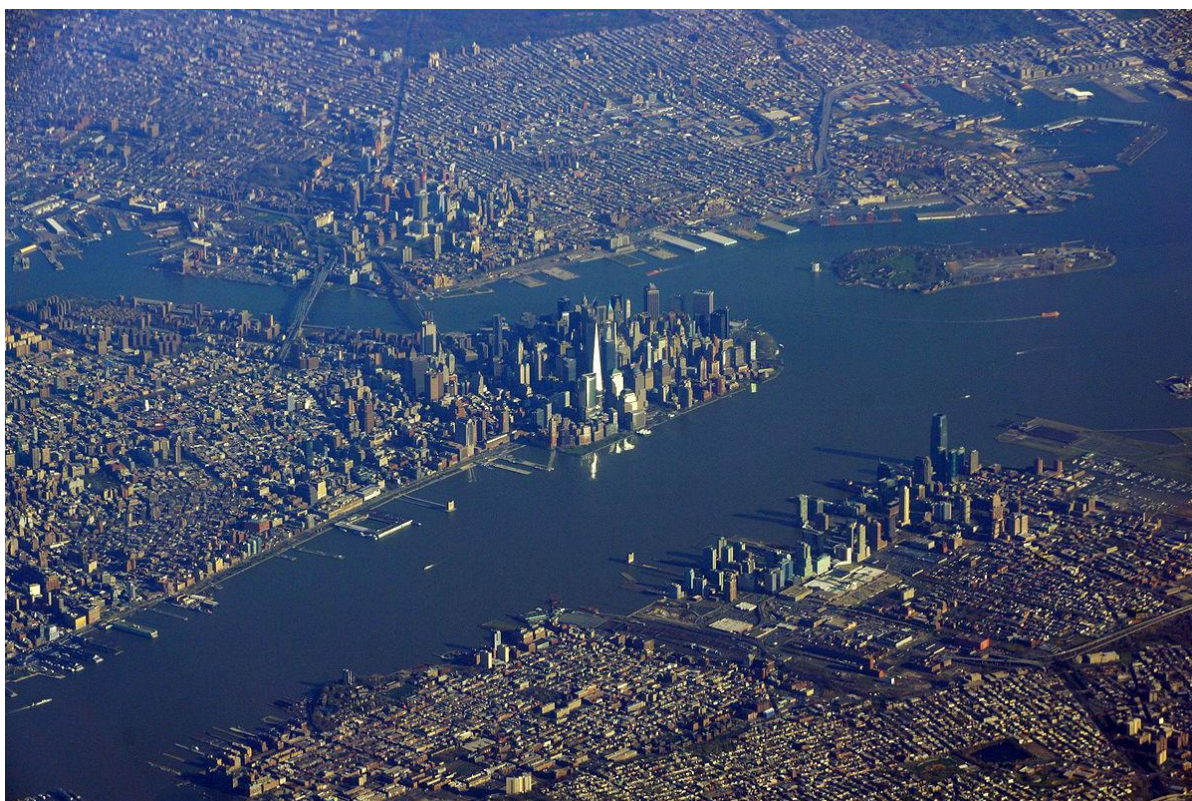


Figura 55 – Vista aérea da cidade de Nova Iorque em 2013 – Fonte: commons.wikimedia.org

Assim, a necessidade de reformulação destas áreas era evidente e crucial para o desenvolvimento dos portos e das cidades que serviam. Na Figura 55, é notória a remoção de grande parte dos cais de acostagem existentes, tal como a reformulação dos cais, na zona perto da ponte de Brooklyn, que consistiu na transformação dos postos de acostagem em estruturas com grandes superfícies de terrapleno. Atualmente, só parte destas zonas tem funções relacionadas com a atividade portuária, designadamente uma marina, um terminal de *ferry-boats*, um terminal de contentores, entre outros. Nos dias de hoje, nestas zonas, encontram-se vários equipamentos públicos, como parques verdes.



Figura 56 – Evolução de parte da zona portuária entre 1994 e 2017 – Fonte: Google Earth, 2018

Na Figura 56, apresenta-se parte da evolução de algumas instalações portuárias, na cidade de Nova Iorque, entre 1994 e 2017, onde é possível verificar parte dessa mudança, nesta área urbana, mas não de uma forma tão evidente como a evolução ocorrida, desde o ano de 1951 até agora.

4.2.2.SINGAPURA

Este país era um entreposto comercial do Império Inglês e pertence à Commonwealth. O Porto de Singapura é um dos portos com maior volume de carga movimentada em todo o mundo e o segundo com maior quantidade de TEUs movimentados no ano de 2016. É, também, um dos maiores centros de refinação do mundo, com uma capacidade de produção de 1,3 milhões de barris de crude por dia. A Ilha de Jurong foi criada, por volta dos anos 90, fornecendo uma localização competitiva de baixo custo para um sistema altamente integrado e possibilitando a implantação de instalações petroquímicas e de grande escala, de forma a manter o Porto de Singapura como um *hub* de produtos refinados (Cullinane *et al*, 2006).

É, pois, um bom exemplo da necessidade de aumento da área de terraplenos. A escolha da expansão para o plano de água deve-se à falta de áreas no resto do país para construção de diferentes infraestruturas tais como aeroportos. A conquista de áreas marítimas para expansão da zona urbana é bastante frequente em vários países asiáticos, como no Japão e na Malásia, por exemplo. Alguns destes países têm uma elevada densidade demográfica e, para dar resposta a esta procura de mais espaço, optaram por esta solução. Singapura sofreu um grande e rápido desenvolvimento: desde 1960, a sua população passou de 1,64 milhões de habitantes para 5,61 milhões. Para tal, compraram grandes quantidades de material de alguns países vizinhos e não só, que foi maioritariamente obtido através de dragagens que têm grandes impactes ambientais. Alguns destes impactes ambientais interferem na biodiversidade; no regime hidrológico; na paisagem; aumentam a fragilidade face a eventuais fenómenos extremos; provocam uma maior erosão costeira, para além da destruição de ecossistemas (UNEP, 2014).



Figura 57- Evolução da área terrestre de Singapura entre 1984 e 2016 – Fonte: Google Earth, 2018

Além do aumento da zona portuária, é notória a expansão da zona urbana, assinalada na Figura 57. O Ministério de Desenvolvimento Nacional continua a elaborar projetos para futuras expansões da área terrestre e renovação de espaços existentes com pouca intensidade de usos, a fim de obter uma maior produtividade do uso do solo. Até ao ano horizonte de 2030, aquele ministério pretende fornecer mais 5 600 ha de área terrestre. A utilização de aterros marítimos trouxe imensos benefícios para a população

aqui residente e permitiu promover o desenvolvimento económico deste país. É conveniente salientar que esta política de conquista de áreas marítimas, neste país, não é um fenómeno recente, pois o primeiro projeto data da era colonial de 1819.

Tabela 14 – Indicadores demográficos e áreas - Fonte: data.gov.sg e singstat.gov.sg

Itens	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2017
População Total	1 646 400	2 074 507	2 413 945	3 047 132	4 027 887	5 076 732	5 612 253
Densidade populacional (hab/Km ²)	2 831	3 538	3 907	4 814	5 900	7 146	7 796
Área (Km ²)	581,5	586,4	617,9	639,1	682,3	714,3	719,9

Para melhor sustentar as afirmações anteriores, e para uma maior complementaridade através de dados relativos às imagens apresentadas, expõe-se, na Tabela 14, alguns indicadores demográficos, entre outros. Dos dados expostos anteriormente, observa-se que, em cerca de 60 anos, a população mais do que triplicou, verificando-se um aumento da área terrestre de 138,4 Km² e um aumento da densidade populacional de 4 965 hab/Km².

4.2.3.DESENVOLVIMENTO DAS INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS

De acordo com a UNCTAD, 1985, estes planos devem determinar a base essencial de suporte e o quadro de desenvolvimento em que cada porto opera, de modo a formular o plano estratégico de desenvolvimento do porto e o plano de desenvolvimento nacional. Para respeitar o mencionado, as autoridades portuárias devem considerar os seguintes aspetos:

- Para desempenhar o seu papel, cada porto deve considerar todos ou alguns dos seguintes aspetos:
 - Servir as necessidades de trocas comerciais internacionais no seu *hinterland*, refletindo-se nas previsões de tráfego para as várias matérias-primas;
 - Promover as trocas comerciais, fomentando o desenvolvimento das indústrias da região;
 - Atrair e aumentar a participação no transporte marítimo internacional, quer seja por transbordo quer seja através de rotas por via terrestre;
 - Fornecer acessos para *hinterlands* distantes que, habitualmente, não sejam servidos por áreas portuárias.
- A extensão das responsabilidades das autoridades portuárias para as necessidades de infraestruturas compreende:
 - Responsabilidades marítimas, que podem ser totais, desde o desembarque à acostagem, podendo excluir ou não os acessos por rios, ou por canais de aproximação, até ao financiamento de diversos trabalhos marítimos como quebramares, dragagens, entre outros;
 - Responsabilidades regionais, que podem ser totais ou não, incluindo acessibilidades rodoviárias e ferroviárias, que liguem a área portuária ao seu *hinterland*, ou que podem

eliminar estas acessibilidades partilhadas com outros utilizadores ou estradas de ligação locais.

- A política do uso do solo para as instalações portuárias tem os graus de liberdade fixos, com limites bem definidos. Existe ainda a possibilidade de adquirir terrenos, nas imediações da zona portuária ou mais afastados, para áreas de armazenagem ou para cais de acostagem adicionais, em novas localizações costeiras;
- A política financeira, relacionada com o porto, pode ser inteiramente comercial, autossuficiente e com liberdade para definir as diferentes tarifas se necessário. Esta política está sujeita a restrições ou a fiscalizações de controlo público como instrumento de desenvolvimento nacional.

Estes planos, a longo prazo, deverão colocar mais ênfase naquilo que é mais desejável para o desenvolvimento do porto, em vez de darem prioridade a tendências daquilo que parece mais provável de acontecer, num futuro próximo. Assim, ter-se-á uma imagem mais clara do futuro, permitindo que se esboce uma visão mais consistente e sensata da situação, no futuro. Mesmo que haja grandes incertezas, em certos detalhes, nas previsões corretas, o aspeto do uso do solo das áreas disponíveis, no plano de água e no desenvolvimento de canais, são as componentes vitais para o desenvolvimento do porto, a longo prazo. A equipa de desenvolvimento do plano estratégico necessita de tempo e habilidades para realizar diversas análises, tais como:

- Análise de desempenho para determinar o efeito, em vários níveis, na capacidade do porto e ao nível do serviço fornecido aos seus clientes;
- Estudos de engenharia para determinar a exequibilidade e uma estimativa de custos para as diferentes soluções ponderadas;
- Planeamento operacional para determinar como as instalações propostas serão utilizadas e que produtividade e custos operacionais terão;
- Análise económica para comparar o benefício de cada solução ponderada, em termos de séries de custos e benefícios que geram;
- Análise financeira para determinar os lucros para diferentes fluxos de tráfego e tarifas, verificando se essas receitas suportam os custos das instalações, dos serviços prestados, e eventuais empréstimos contraídos. O efeito que o projeto tem sobre os custos e receitas atuais e os resultados de viabilidade financeira de todas as instalações portuárias também têm de ser estudadas (UNCTAD, 1985).

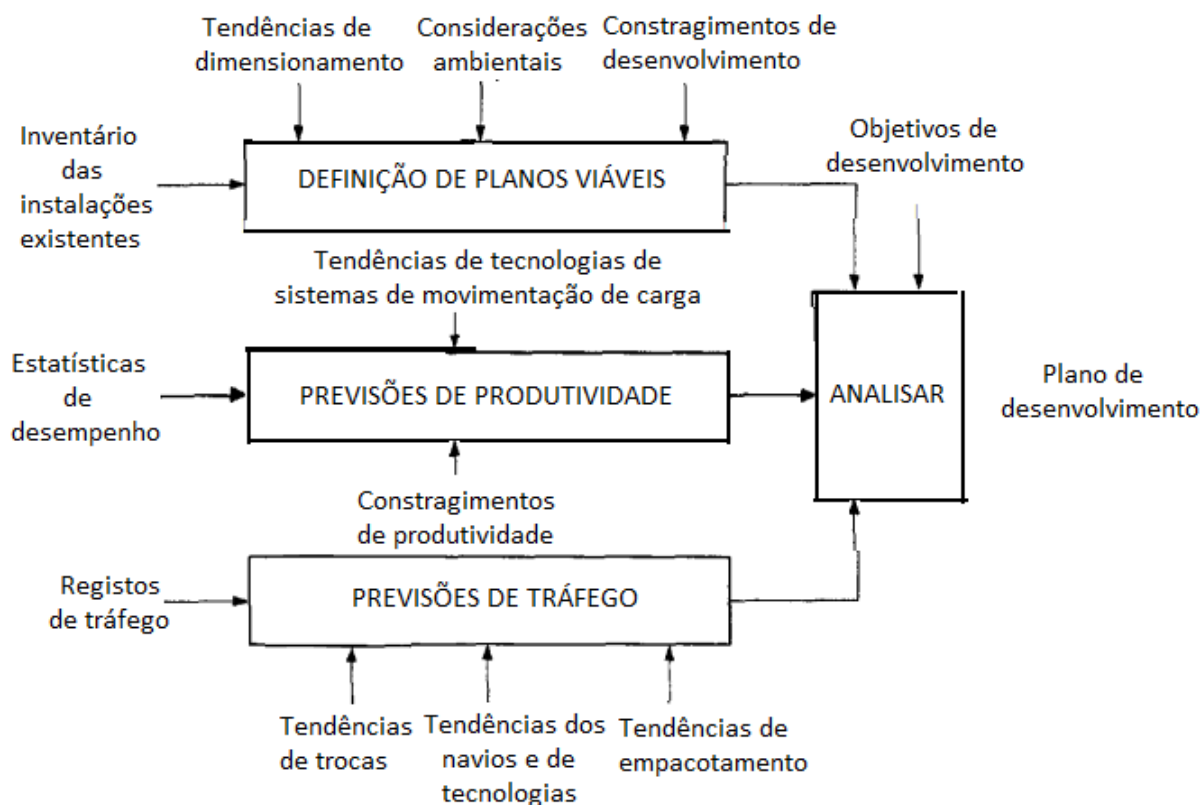


Figura 58 – Informação necessária para a elaboração do plano estratégico de desenvolvimento - Fonte: Adaptado UNCTAD, 1985

Na Figura 58, apresenta-se o esquema para a elaboração do plano estratégico de desenvolvimento de um porto, a informação necessária e os principais aspetos que deverão ser alvo de análise.

4.2.4.OPÇÃO DE AMPLIAÇÃO

A receção de navios de maiores dimensões está associada a baixas frequências na rota e a períodos de picos de volumes, nos terminais. Volumes movimentados por navios maiores conduziu à sobreutilização da capacidade dos portos, em alguns dias, e a sua subutilização, noutros. A maior quantidade de carga transportada cria maior número de veículos a entrar e a sair do porto, o que causa um maior congestionamento para aceder ao mesmo, para além da necessidade de maior espaço para vias de circulação (UNCTAD, 2017).

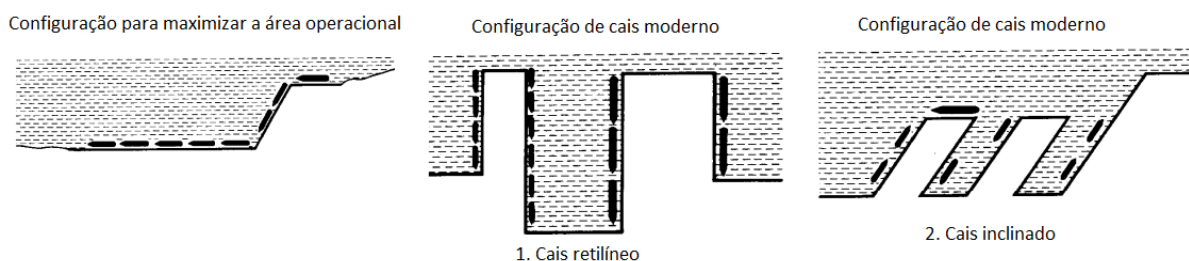


Figura 59 – Configurações de cais - Fonte: Adaptado UNCTAD, 1985

Na Figura 59, apresentam-se possíveis configurações para os terminais, consoante a função; o número de equipamentos de cais a instalar; o tipo e as dimensões do navio a receber; as previsões de

movimentação de mercadorias; o tempo das diversas operações, entre outros. Portanto, os planeadores das expansões dos terminais têm de projetar estas estruturas, considerando estas condicionantes, através de diversos estudos e cálculos.

A capacidade de um cais define-se com duas grandes decisões: a quantidade de cais de acostagem que deve existir, área de armazenamento para cada novo cais de acostagem, bem como algum espaço adicional de armazenagem para os cais existentes, entre outras. Outros aspetos adicionais como a profundidade de água necessária; o equipamento de cais necessário; o sistema de movimentação de carga e o *layout* adequado para o plano operacional exigido devem ser definidas nesta fase inicial. Determinado o número de cais de acostagem, tem de se definir o comprimento dos mesmos e realizar uma estimativa inicial de custos. Cada porto deve considerar o comprimento ideal para as diferentes zonas, bem como efetuar uma análise mais detalhada para o comprimento do navio em questão e eventuais estruturas auxiliares para a amarração do navio. O passo seguinte, no dimensionamento dos terminais, consiste na definição da área de armazenagem; vias de circulação; áreas de escritórios, de oficinas; parques de estacionamento; zonas de inspeção da mercadoria, entre outras. Por isso, é crucial ter em conta as diferentes exigências dos diversos terminais, algumas já apresentadas no Capítulo Navios Mercantes e Terminais. A previsão e o planeamento para futuras ampliações também deverá ser considerado nesta fase, bem como os aspetos ambientais (UNCTAD, 1985).

A necessidade de aumento de área de terraplenos pode ter diferentes objetivos, designadamente: dotar o terminal com novos equipamentos de cais; aumentar a área de armazenagem; disponibilizar profundidades adequadas para a receção de navios com maior calado; construir outras estruturas como linhas de caminhos-de-ferro; melhorar as condições de navegabilidade em conjunto com o aumento de terrapleno; dotar os cais de acostagem com características adequadas para as cargas; melhorar os tempos de movimentação de carga.

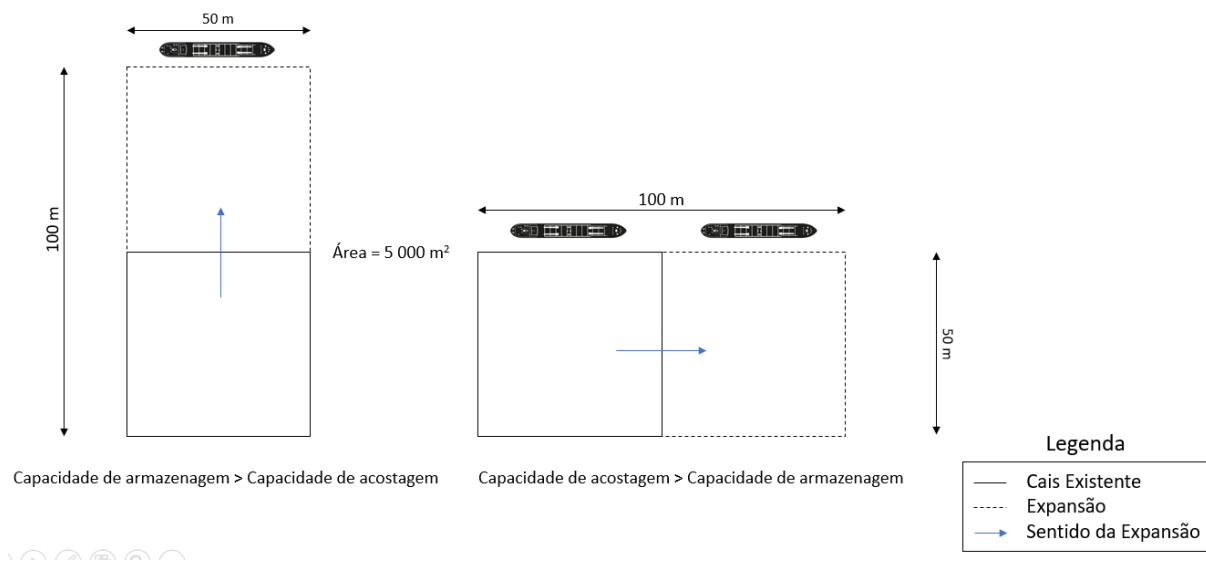


Figura 60 – Alternativas para expansão do terrapleno

Relativamente aos terminais de contentores, os fatores que influenciam a capacidade dos cais são as seguintes: as dimensões e o tipo de navio; o tempo de operação dos equipamentos de cais, dependente do número dos mesmos e do comprimento de cais. A área disponível no terrapleno influencia a capacidade, o tempo e as possibilidades de armazenagem (Martingo, 2014).

Na Figura 60 encontram-se duas alternativas para a ampliação do terraço, sendo que as autoridades portuárias devem procurar encontrar um equilíbrio entre a capacidade de cais e as de acostagem e de armazenagem.

4.2.5. CONSIDERAÇÕES DE CUSTOS PARA O DIMENSIONAMENTO DE TERMINAIS

Para o dimensionamento de novos terminais as autoridades portuárias a considerações de custos é bastante relevante, na Figura 61 apresentam-se algumas dessas considerações que os projetistas tem de atentar na definição dos novos cais de acostagem.

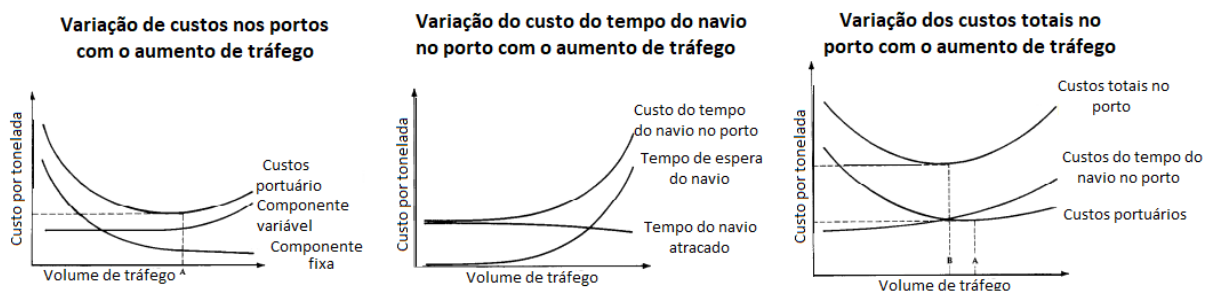


Figura 61 – Considerações de custo benefício - Fonte: Adaptado UNCTAD, 1985

Relativamente aos custos do porto, estes consistem em duas partes: a componente fixa que é independente do fluxo de carga e que inclui equipamentos de cais, entre outros; a componente variável que depende do fluxo de carga e que inclui os operadores que trabalham no terminal, gasolina e custos de manutenção. À medida que a quantidade de carga movimentada no terminal aumenta, também aumenta a parcela da componente fixa, quando esta é expressa em custo por tonelada, diminui. A componente variável, quando expressa em custo por tonelada, irá provavelmente permanecer estável até que ao momento em que o terminal fique pressionado para atingir grandes fluxos de carga. Neste momento, o ponto do custo variável por tonelada tenderá a subir devido à necessidade de melhores sistemas de movimentação de carga. Quanto ao custo do tempo do navio no porto, este também é constituído por duas partes: o tempo que o navio permanece no cais; o tempo que o navio espera para ter um cais disponível. À medida que o volume de tráfego aumenta, o tempo que o navio tem de aguardar até ter um cais disponível para acostar também aumenta. Finalmente, quanto aos custos totais, estes são resultantes da soma dos custos portuários reais e dos custos de permanência do navio no porto. Assim, a curva do custo total, por tonelada, tem um ponto mínimo (Ponto B, na Figura 61). Porém, este ponto é obtido com um menor rendimento em relação ao ponto mínimo na curva dos custos totais, no porto (ponto A, na Figura 61). Os planeadores portuários devem ter, portanto, estes aspetos em consideração, mas não poderão deixar de estar cientes que ao minimizar os custos totais no porto, estes podem levar a um nível de serviço inaceitável no terminal em questão, o que poderá ter outras consequências como congestionamentos e sobretaxas que não são pretendidas (UNCTAD, 1985).

4.2.6. PORTOS HUB

Num porto, o principal objetivo é dotar o terminal com sistemas de movimentação de carga eficientes, rápidos, procurando minimizar os custos de operação sem afetar a qualidade do serviço ou a eficiência. Assim, selecionam-se os diversos equipamentos necessários para o terminal e o tipo de sistema para movimentação de carga que, em complementaridade, conseguem bons índices de rendimento e operacionalidade, procurando a melhor opção, pois estes desempenham um fator chave para o sucesso

operacional do terminal. As sobrecargas no terrapleno devido à circulação de diversos equipamentos de cais são altas, sendo assim exigidas características mecânicas no pavimento do terrapleno (Martingo, 2014).

Um porto *hub* funciona como um redistribuir de mercadoria de uma forma rápida, eficaz, segura, com o menor custo possível. Este tipo de portos movimenta grandes volumes de carga, necessita de grandes áreas para tal e de boas acessibilidades. Na Tabela 15, apresentam-se dados relativos a vários portos *hub*, incluindo o de Porto de Sines para uma comparação entre a realidade de um porto português relevante e alguns portos importantes no comércio mundial.

Tabela 15 – Algumas características de vários portos - Fonte: UNCTAD,2017; portodesines.pt; portofantwerp.com; apba.es; portoflosangeles.org; hafen-hamburg.de; portofrotterdam.com; singstat.gov.sg; Port of Hamburg, 2017; portofrotterdam.com; portodesines.pt

Porto	Milhões de toneladas de carga geral	Milhões de toneladas de granéis	Milhões de TEU movimentados em 2016	Calado Máximo nos cais (m)	Calado Mínimo nos cais (m)	Comprimento do cais de acostagem (Km)	Área Portuária terrestre (ha)
Singapura	37,6	25,2	30 930 000	18,0	11,6	21,6	752
Roterdão	15,5	30,6	12 385 000	24,0	8,0	42,0	7 772
Antuérpia	9,8	138,5	10 037 000	15,0	13,1	169,0	12 068
Los Angeles	167,3	15,51	8 857 000	16,7	13,7	16,5	1 740
Hamburgo	1,53	44,90	8 900 000	15,3	4,0	43,0	7 083
Algeciras	96,86	29,09	4 745 000	22,0	2,0	17,8	557
Sines	20,716	30,468	1 513 083	22,5	2,5	3,3	631

Nos dias de hoje, os portos chineses são os que movimentam maior quantidade de carga, devido à falta de informação, rigorosa e detalhada, disponível, o porto de Shanghai movimentou 514 milhões de toneladas no total. A gestão do tráfego portuário é extremamente importante na operação nos portos *hub*, pois à medida que o comércio marítimo internacional se expande, aumenta a concentração de navios em certos portos. Portanto, a rapidez no processo de descarga da mercadoria dos navios; a sua rápida movimentação para fora da zona portuária, ou para armazenagem, através de outros modos de transporte; grandes áreas e comprimento de cais, aptas para a receção de navios, para armazenamento e movimentação de cargas, são essenciais num porto *hub*. Estes portos necessitam de gestão rigorosa, e é crucial a componente ligada à investigação operacional para a otimização do desempenho do terminal e do porto em geral. Os portos de Hamburgo, Roterdão e Antuérpia possuem ligações intermodais aos seguintes meios de transporte: aeroporto internacional; ferrovia; rodovia; canais navegáveis. Os restantes só não possuem ligação através de canais navegáveis.

4.3. ACESSIBILIDADES

A interligação de vários sistemas de transporte (marítimo, ferroviário, rodoviário e aéreo) é de extrema relevância para a rentabilidade dos sistemas de movimentação, pelo que uma boa rede de transportes intermodais é bastante importante para o desenvolvimento da atividade portuária. Poderá ser uma vantagem, refletida em dias e em custos, reduzindo o tempo de entrega das mercadorias para os locais destinados e, dessa forma, atrair novas rotas para o porto. Consoante o tipo de porto, este poderá ser um aspeto com grande interesse como é o caso de portos *hub*, em que a rede de acessibilidades desempenha um papel decisivo, em alguns casos, ao nível de competitividade entre portos. Através destas redes, ligam-se regiões e diversos países e, estando inseridos perto de portos, as administrações destas infraestruturas focam parte dos seus investimentos em diferentes redes de transporte intermodais. A proximidade de aeroportos, linhas de caminhos-de-ferro de alta velocidade, infraestruturas rodoviárias ou outras são fatores condicionantes na escolha da construção de novos portos, procurando-se, assim, o maior número de meios de transporte alternativos possível, pelo que a disponibilidade de uma boa rede de *pipelines* também poderá ser importante. Como já foi referido anteriormente, os problemas relacionados com a utilização de oleodutos, o transporte deste tipo de produtos por via marítima constitui uma solução alternativa mais segura e viável, crucial para alguns países. O planeamento da acessibilidade rodoviária ao porto também é de extrema importância, pois um mau planeamento poderá ter implicações como congestionamento de camiões, quando acedem ou saem da zona portuária. Neste contexto, o conceito de portaria única, através de um troço de autoestrada, tem como objetivo diminuir o tempo que a mercadoria leva a abandonar o porto, e reduzir o tráfego nas outras vias circundantes. As autoridades portuárias têm de melhorar a eficiência de toda a cadeia logística com investimentos para melhorar a eficiência entre os serviços de transporte marítimos e os outros transportes. O principal objetivo é fornecer um serviço de transporte marítimo viável, regular e integrado numa cadeia logística eficiente.

A definição assumida e simplificada para o *hinterland* de um porto é a área interior do mesmo para a distribuição/recolha de diversas mercadorias de exportação e importação.

Antes de melhorar as infraestruturas nas regiões a ligar, dotando-as de melhores percursos para as interligar, têm de ser identificados, do ponto de vista do porto, o *hinterland* pretendido, o que determina as rotas que devem ser reconstruídas. Pelo contrário, o *hinterland* pretendido pode expandir-se, melhorando as ligações no *hinterland*, mas esta expansão só funciona até um determinado ponto, visto que irá entrar em competição com outros portos. A conectividade marítima refere-se ao número de navio recebidos; tamanho dos navios e capacidade máxima; regularidade de serviços e número de empresas a operar no país do porto. A eficiência das infraestruturas portuárias é medida através da celeridade e fiabilidade na movimentação da mercadoria, isto é, portos com grande nível de automação para movimentação e excelentes instalações portuárias são, normalmente, mais eficientes (HWWI, 2016).

Alguns operadores de terminais privados também estão a expandir o seu investimento para além dos portos, na conectividade ao *hinterland*, investindo em infraestruturas rodoviárias e ferroviárias, bem como em serviços relacionados, melhorando desta forma o acesso a outros mercados e permitindo uma entrega porta a porta (UNCTAD, 2017).

A conectividade do *hinterland* engloba diferentes modos de transporte com características distintas. Contudo, a escolha do meio de transporte para expedir a mercadoria para fora do porto depende, principalmente, dos custos, dos tempos, bem como da segurança.

Para além destes projetos, as autoridades portuárias procuram criar um sistema de dados de tráfego disponível para todos os participantes da cadeia de transporte, designadamente agendas e dados relativos à mercadoria, disponibilidade dos terminais, entre outros. O principal objetivo é melhorar e disponibilizar a maior quantidade de dados úteis para todos os envolvidos no processo de transporte e aumentar a eficiência da infraestrutura de transporte, assim como tornar todo o processo mais transparente.

Caso as autoridades portuárias pretendam construir ou investir no melhoramento das suas acessibilidades, deparam-se com diversas alternativas e têm de tomar decisões que exigem uma análise criteriosa.

Neste tópico, pretende-se mostrar alguns exemplos de diferentes acessibilidades aos portos e parte das implicações na cadeia logística.

4.3.1. LIGAÇÕES NO *HINTERLAND*

Devem ser realizados investimentos em infraestruturas portuárias e ligações intermodais. No entanto, fatores como a localização e volumes de trocas são difíceis de mudar. Estes investimentos poderão ser parcerias público-privadas, uma vez que temos assistido à concessão de vários terminais de contentores, onde o setor privado está, de certa forma, envolvido. Devem ser construídas ou melhoradas plataformas de colaboração, que devem ir além das questões de conformidade, visando reformas necessárias para facilitar o comércio internacional e o seu transporte. Os objetivos de tais políticas devem ser claramente definidos, pois a conectividade não é tudo. A pressão dos operadores comerciais de navios para que as autoridades portuárias disponibilizem condições para a receção de navios de maiores dimensões é cada vez mais acentuada. As operações de transbordo, especialmente, para outros meios de transporte poderão justificar este custo extra. Sem um aumento do volume da carga transportada, o aumento das dimensões dos navios irá reduzir a eficiência da infraestrutura portuária, pois são necessárias maiores áreas para movimentar tais volumes (UNCTAD, 2017).

Portos com grandes níveis de transbordo são duplamente prejudicados, se se verificar uma redução do volume movimentado. O desenvolvimento e a partilha do tráfego no *hinterland*, em portos com o mesmo volume de carga contentorizada, poderá ser bastante diferente, uma vez que a competição de tráfego no *hinterland* aumenta. Se os portos encontrarem os mesmos parceiros comerciais para trocas marítimas, estes portos funcionam como canais de acesso para a sobreposição do *hinterland* de vários portos (HWWI, 2016).

Hoje em dia, as autoridades portuárias são cada vez mais vistas como empresas comerciais independentes, que visam a recuperação total dos custos e uma resposta rápida ao cliente. Assim, procuram tornar o porto atraente para os utilizadores, fornecendo uma oferta competitiva de serviços de transportes para diversas transportadoras. Os serviços terrestres são parte integrante desse fornecimento, no entanto, as ferramentas tradicionais que as autoridades portuárias dispõem normalmente limitam-se à própria área portuária, principalmente com investimentos em cais / terminais, políticas de concessão e políticas de tarifas, no que diz respeito às taxas portuárias. Dada a natureza local das fontes de receita, muitas autoridades portuárias tendem a focar-se localmente e promover atividades dentro do perímetro portuário que podem aumentar a base de receita. Consegue-se, assim, definir cinco condições para uma estratégia eficaz do *hinterland*:

1. Fornecer capacidade suficiente da infraestrutura do *hinterland* e entre a interface do porto e a infraestrutura;
2. Garantir a utilização eficiente da infraestrutura do *hinterland*;

3. Promover uma boa coordenação na cadeia de transporte;
4. Assegurar a sustentabilidade ambiental, que se aplica ao nível infraestrutural, de transporte e logístico;
5. Criar serviços atrativos, ao nível de preços e qualidade, na cadeia logística (Merk e Notteboom, 2015).

O planeamento e a construção do porto e das suas infraestruturas terrestres normalmente levam muitos anos. Grandes projetos de infraestruturas de transportes levam muito tempo a ser implementados devido a: problemas de disponibilidade de terrenos em áreas densamente habitadas; existência de requisitos cada vez mais rigorosos em matéria de avaliação económica, mobilidade e ecologia; envolvimento das várias partes interessadas no processo de planeamento; processos de decisão complexos devido à necessidade de ultrapassar jurisdição entre vários níveis na conceção de políticas públicas. A lenta capacidade de resposta das infraestruturas para mudanças, ao nível logístico e ao nível de transporte, são a chave para justificar o congestionamento ou o sobredimensionamento nas redes de transporte terrestres. Para além disso, a fraca resposta do desenvolvimento das infraestruturas ao nível da procura das mesmas tem efeitos negativos nos utilizadores. Neste contexto, os participantes de mercado não valorizam o investimento em infraestruturas, o que tem de ser evitado. Dadas as crescentes restrições orçamentais, as rotas de aprovisionamento são cada vez mais procuradas, que incluem a participação do setor privado no financiamento de projetos. Esta tendência impõe grandes desafios nos procedimentos de avaliação de viabilidade para o projeto de transportes, uma vez que os possíveis acordos de parcerias e suas implicações no custo-benefício devem ser identificados logo no início deste processo. O desenvolvimento de infraestruturas intermodais de grande escala aumenta a mobilidade das atividades logísticas e económicas. Boas ligações para os principais pontos fornecem às regiões uma melhor acessibilidade a mercados internacionais. Logo, a infraestrutura funciona como facilitadora para aumentar a participação de países interiores e de países periféricos nas redes mundiais de produção e de logística. Os desenvolvimentos nas acessibilidades podem também multiplicar as opções disponíveis entre regiões terrestres específicas e regiões exteriores e, conseqüentemente, aumentar e expandir a competitividade do porto. Normalmente, as regiões interiores procuram ter uma boa acessibilidade com mais do que uma ligação e, assim, através destas grandes pontes de ligação, encontram menor resistência para alcançar o *hinterland* natural de outros portos, promovendo a competitividade entre eles (Merk e Notteboom, 2015).

Devido ao aumento da quantidade de mercadoria transportada, as autoridades portuárias procuram soluções de distribuição racionais e mais económicas, como parte da estratégia de desenvolvimento do *hinterland* dos portos. Os picos no número de contentores que chega à área portuária tem aumentado com o decorrer dos anos e o transporte mais utilizado para movimentar essa carga para fora do porto é feito por camiões. Este meio de transporte parece ter alcançado o seu limite. Enquanto o congestionamento da rede rodoviária continua a aumentar, tal como a quantidade de carga contentorizada que chega aos portos, a necessidade de soluções de transporte alternativos ganha cada vez maior relevância. Assim surgem novos conceitos, com o objetivo de agrupar diversos serviços. Estes são serviços de transportes programados, podendo assumir diversas formas, tamanhos ou mesmo modos, dependendo da área, do negócio, dos terminais ou dos portos que irá servir. Como um exemplo do atrás referido, apresenta-se o conceito de linhas circulares do Porto de Amesterdão, em que cada linha é dimensionada para uma área específica, contando com a cooperação de diferentes agentes, formando uma rede. Nesta rede, alguns portos ou terminais têm a função de porto *hub*. São locais onde convergem diversas rotas, onde se transferem mercadorias e onde poderão existir atividades industriais, criando ainda valor acrescentado (Ward, 2014).

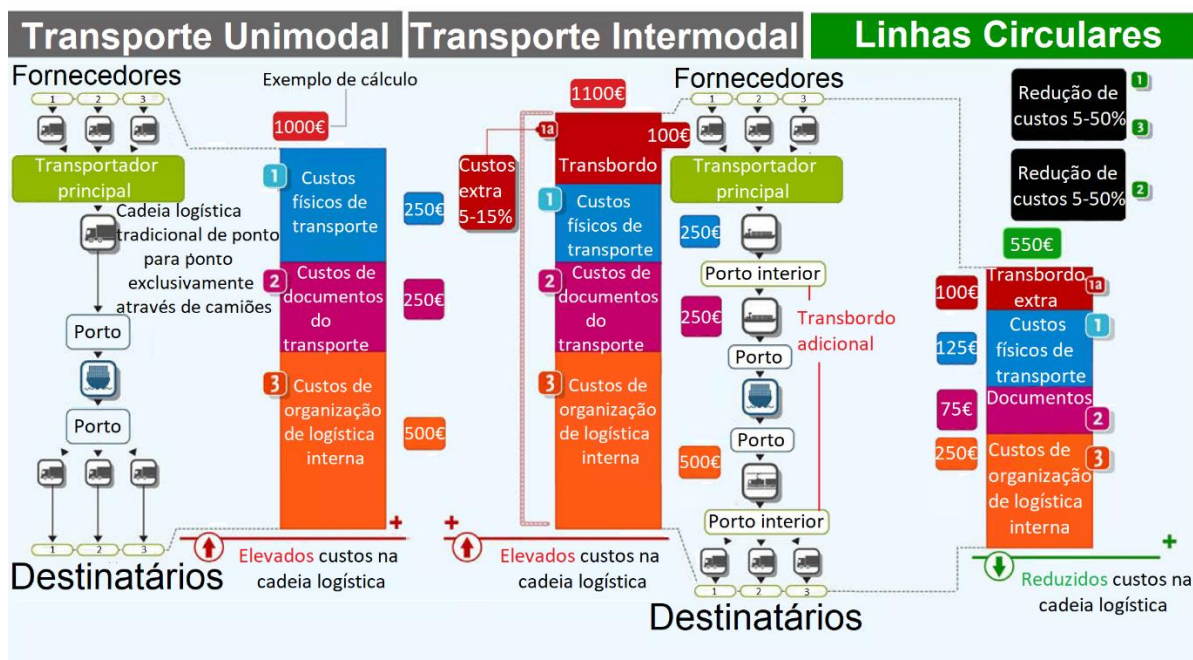


Figura 62 – Esquematização da cadeia logística - Fonte: Adaptado Ward, 2014

O potencial sucesso deste conceito depende de uma forma simplificada de três fatores: incentivos; recompensas que as partes envolvidas podem esperar obter com este conceito; barreiras que atualmente constituem um obstáculo para os promotores que estimulam este desenvolvimento (Ward, 2014).

Os incentivos variam para algumas das partes envolvidas, mas a maioria pode ser dividida em dois grupos: *hard benefits*; *soft benefits*. O primeiro grupo engloba ganhos mensuráveis tais como a redução de custos, uso mais eficiente na movimentação de contentores ou melhor qualidade, por exemplo, através de um serviço mais frequente. O segundo grupo abrange os incentivos não quantificáveis, designadamente o conhecimento partilhado dentro desta cooperação, pois permitirá que as diferentes partes envolvidas melhorem o seu desempenho. A Figura 62 apresenta uma visão geral do desempenho financeiro ideal deste conceito (Notteboom e Rodrigue, 2005; Soons, 2011).

Deste modo, através deste conceito, com a circulação de navios através de diversos canais e outros meios de transporte, o Porto de Amesterdão procurou reduzir os custos de toda a cadeia logística. Pretende-se, portanto, mostrar este porto como um exemplo da importância das acessibilidades ao mesmo, bem como um exemplo da redução dos custos de toda a cadeia logística e da sua constituição/existência como um pilar fundamental para a estratégia de desenvolvimento do porto.

4.3.2. ACESSIBILIDADES ATRAVÉS DE CANAIS ARTIFICIAIS

Para isso muitas regiões estão ligadas, através de canais artificiais, que possibilitam a circulação de um número considerável de diversos tipos de navios, neles. A criação desses canais tem como principal objetivo servir rotas marítimas comerciais, encurtando o percurso das mesmas, tornando-se, portanto, num modo de transporte competitivo, a fim de atrair novos fluxos de mercadorias. Como exemplo da necessidade de melhoria e aprofundamento de canais artificiais para beneficiar as acessibilidades através dos mesmos, irá apresentar-se o exemplo do Canal de Kiel. Este é um dos canais artificiais com grande tráfego marítimo, dada a sua proximidade do Porto de Hamburgo, que é um dos maiores portos, em termos de volume movimentado de carga contentorizada do mundo. O Canal do Panamá e o Canal do Suez também serão abordados. O processo de ampliação tem diversos estudos como, por exemplo,

projeções de tráfego; tipo de navios que mais irá beneficiar; medidas adicionais; análise custo-benefício e estimativas de custos do projeto.

4.3.2.1. Aprofundamento Do Canal Do Panamá, Panamá

O canal do Panamá, já referido neste trabalho, foi construído para encurtar o percurso de rotas de economias importantes. Construído em 1914, este canal constitui uma acessibilidade importante, em termos militares, ao longo da sua história e ao nível do transporte marítimo internacional que liga o Oceano Pacífico ao Oceano Atlântico. Originalmente, este canal foi construído com fins militares, contudo, tornou-se um estímulo para as trocas comerciais por via marítima e foi sucessivamente melhorado.

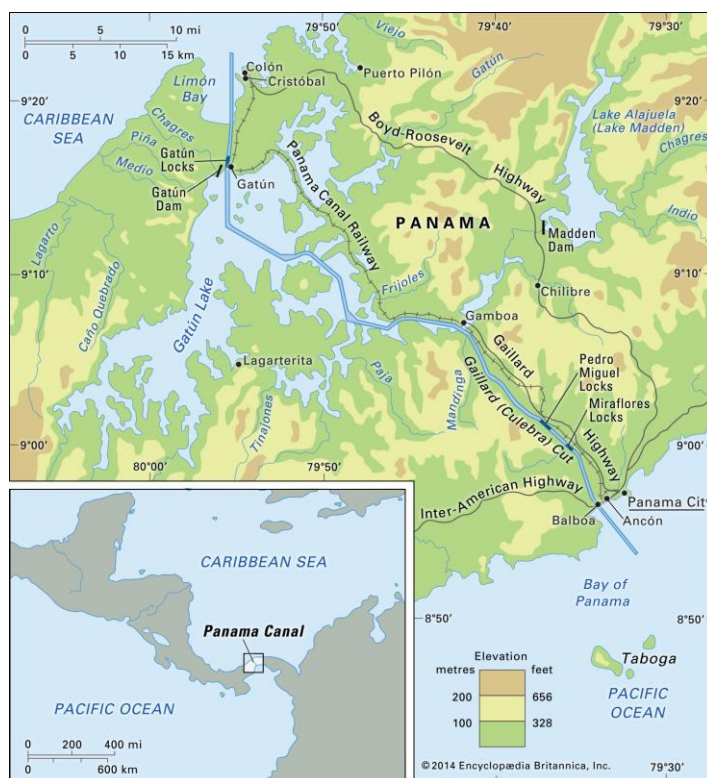


Figura 63 - Localização do Canal - Fonte: britannica.com

A sua última expansão foi inaugurada em 2016, com a criação de uma terceira eclusa navegável para calados de 15,2 m. A realização deste projeto, após de dez anos da sua tomada de decisão, aumenta a capacidade do canal para dar resposta à crescente procura de utilização de navios com maiores dimensões nas trocas marítimas internacionais, bem como reduzir os tempos de espera. Deste modo, as diversas transportadoras, indústrias, fabricantes têm mais opções de transporte e fiabilidade na cadeia de abastecimento para transportarem grandes quantidades de mercadorias. Os operadores comerciais optam pelo caminho mais curto e mais barato, o que leva a constantes melhoramentos ou construção de diversas infraestruturas. A realização destes projetos tem implicações nas trocas marítimas; nas rotas escolhidas; nos bens que são transportados; na evolução da indústria de navios e nos portos (Carral *et al.*, 2018).

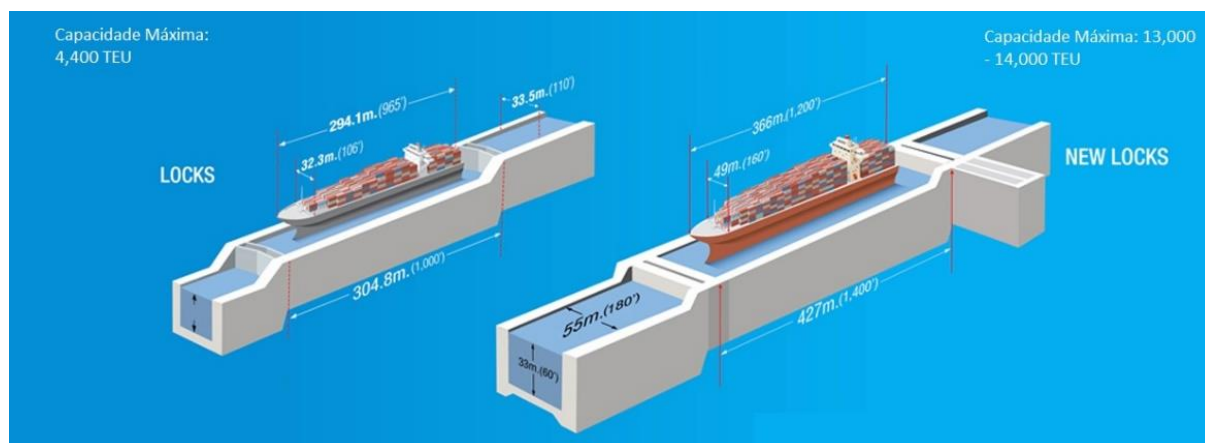


Figura 64 – Última ampliação do Canal do Panamá - Fonte: Adaptado panamacanal.salini-impregilo.com

Antes da expansão, este canal não era fiável porque não permitia a circulação de grandes volumes de tráfego, o que veio a sobrelotar alguns portos e provocou grandes tempos de espera. A criação da terceira eclusa aumenta a capacidade e a fiabilidade nos serviços do canal, mas isto não significa que tal não poderá voltar a suceder, uma vez que os pontos de entrada e saída da terceira eclusa e das restantes são partilhados. Para a construção da terceira eclusa, utilizou-se um sistema de bacias de retenção de água para reduzir a quantidade de água necessária para a mesma. Em 2016, aproximadamente 79% do dwt (peso bruto) da frota mundial era capaz de utilizar este canal. Como resposta alternativa, o Canal do Suez completou a sua própria expansão. Para além do aumento da capacidade dos canais, ambos estão constantemente a fornecer novos incentivos e novos serviços de maneira a tirar vantagem sobre o seu competidor mais direto. Em suma, o Canal do Panamá está a aumentar a sua competitividade comparativamente ao seu homólogo, dado que permite a circulação de navios NEOPANAMAX. Contudo, ambos têm um papel crucial no tráfego marítimo internacional. Isto permite que as empresas de transporte marítimo tirem partido de economias de escala enquanto reduzem o tempo das viagens e os custos de transporte, nas rotas entre os Estados Unidos da América e a Ásia. Assim, a utilização de maiores navios cria um fator competitivo adicional para esta rota e para outras. As Autoridades do Canal do Panamá também competem com o serviço de transporte por via-férrea para a rota entre os Estados Unidos da América e a China, por exemplo (Chu e Ledermann, 2017).

Desde a abertura deste canal, os navios têm de pagar para circular no mesmo e, nos últimos 14 anos, as autoridades do Canal do Panamá, após diversas análises dos valores das rotas por tipo de mercadoria, identificaram diferenças no modo de operação e do tipo de mercadoria transportada, o que levou à reformulação e ao aumento de preços por tonelada transportada para diversos navios, em 2013. Após a abertura do novo canal, em 2016, uma nova estrutura de tarifas foi apresentada, reduzindo consideravelmente os custos por capacidade dos navios. O objetivo é encorajar a capacidade de volumes em TEU para navios porta-contentores, com diversas categorias, conforme o volume acumulado transportado nos últimos 12 meses consecutivos, reduzindo o preço à medida que a quantidade de TEU transportados sobe de categoria e, desta forma, tentar recuperar algumas rotas de navios porta-contentores (www.pancanal.com).

O canal é um ponto extremamente importante no comércio marítimo internacional e estão a ser levados a cabo outros projetos no Porto do Panamá, como a ampliação do terminal de contentores, com vista a dar resposta ao aumento do volume de tráfego.

4.3.2.2. Aprofundamento do Canal do Suez, Egito

O Canal do Suez, inaugurado em 1869, liga o Mar Vermelho ao Mar Mediterrâneo e constitui uma ponte importante ao nível de trocas comerciais marítimas, nomeadamente de navios petroleiros e de porta-contentores, encurtando rotas sem ter a necessidade de passar o Cabo da Boa Esperança. Este canal foi extremamente importante para países como o Reino Unido, para criar uma rota curta, ligando as suas colónias, durante o período de guerra, e, desta forma, transportando recursos e bens, através de uma rota mais segura. Ao longo dos anos, o canal foi sucessivamente melhorado e, agora, tem duas vias de circulação, uma para cada sentido. Ao contrário do Canal do Panamá, este não possui eclusas de navegação, o que significa que os maiores fatores limitativos para os navios são a largura, comprimento, calado e o peso. Este não possui eclusas devido ao facto do nível do Mar Vermelho e do Mar Mediterrâneo ser igual. Para além disto, o termo SUEZMAX é quase unicamente utilizado para navios petroleiros. Tendo em conta estas limitações, alguns dos maiores navios-tanque completamente carregados continuam a não poder circular no canal, a não ser que descarreguem parte da sua carga para outras embarcações ou para um terminal, através de *pipelines*. Estes navios de grandes dimensões ainda têm de seguir outra rota, dobrando o Cabo da Boa Esperança (Chu e Ledermann, 2017).

Este último projeto, realizado em 2015, tem como principais objetivos atrair um maior número de navios; reduzir o tempo de trânsito; minimizar o tempo de espera dos navios para acederem ao canal; aumentar o número de navios que circulam diariamente, entre outros objetivos de ordem económica. Para além da melhoria das características do canal, escavaram-se túneis para a circulação de navios, assim como uma ligação ferroviária.

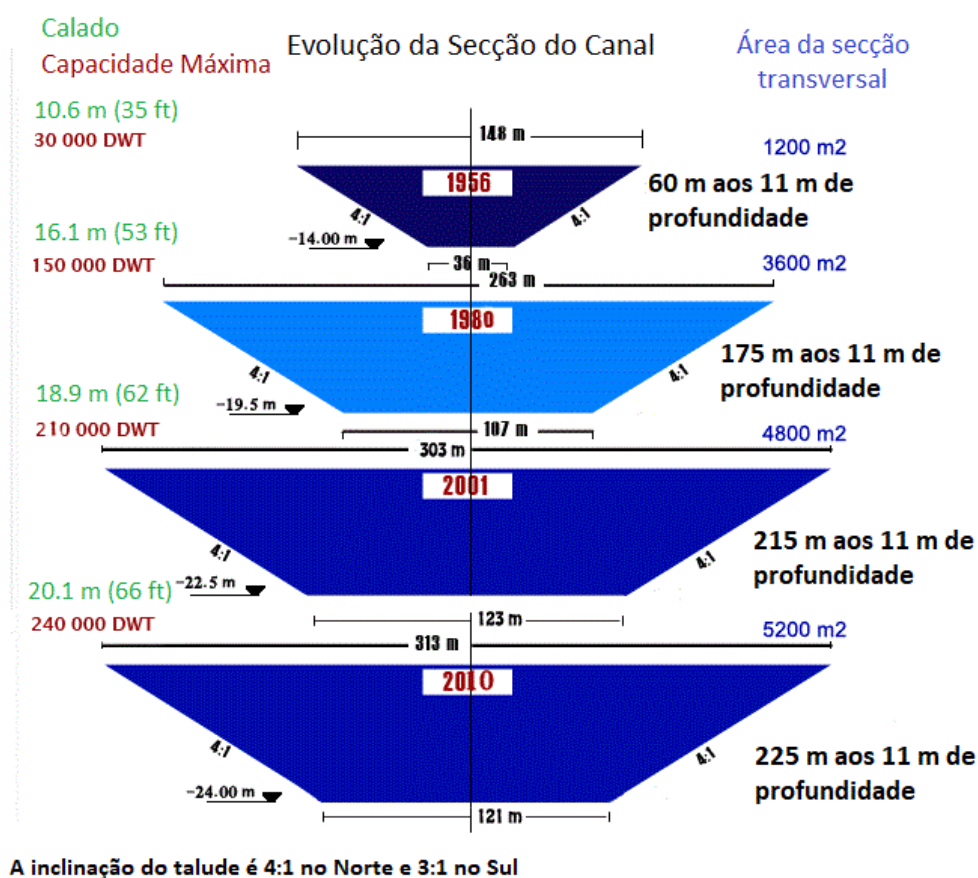


Figura 65 – Evolução da secção transversal do canal do Suez - Fonte: Adaptado suezcanal.gov.eg

Na Figura 65 apresenta-se a evolução da secção transversal do canal. À medida que as dimensões dos navios aumentavam, a secção do canal acompanhava esta tendência, o que continua a verificar-se, visto que, o último projeto de alargamento e aprofundamento do canal visou a aumentar a capacidade, fiabilidade e reduzir tempos de espera. O aumento da capacidade máxima de transporte, das larguras superiores e inferiores e de calados, desde 1956 até 2010, representam bem a necessidade de investimento constante nesta infraestrutura e a sua importância económica. Por conseguinte, a competição entre os vários canais beneficia os operadores, conseguindo um melhor serviço e mais económico. Porém, questões de ordem política, pirataria ou de clima podem também afetar a escolha de rotas ou modos de transporte. Atualmente, este canal pertence ao estado egípcio e as tarifas de circulação representam uma fonte importante de receitas. Para além do projeto de expansão do canal, foi feita a ampliação de infraestruturas portuárias, nas proximidades do mesmo como, por exemplo, o Porto de Sokhna. Em suma, estes canais constituem corredores de circulação navegáveis muito importantes no comércio internacional e bastante importantes para portos que beneficiam da utilização destas rotas.

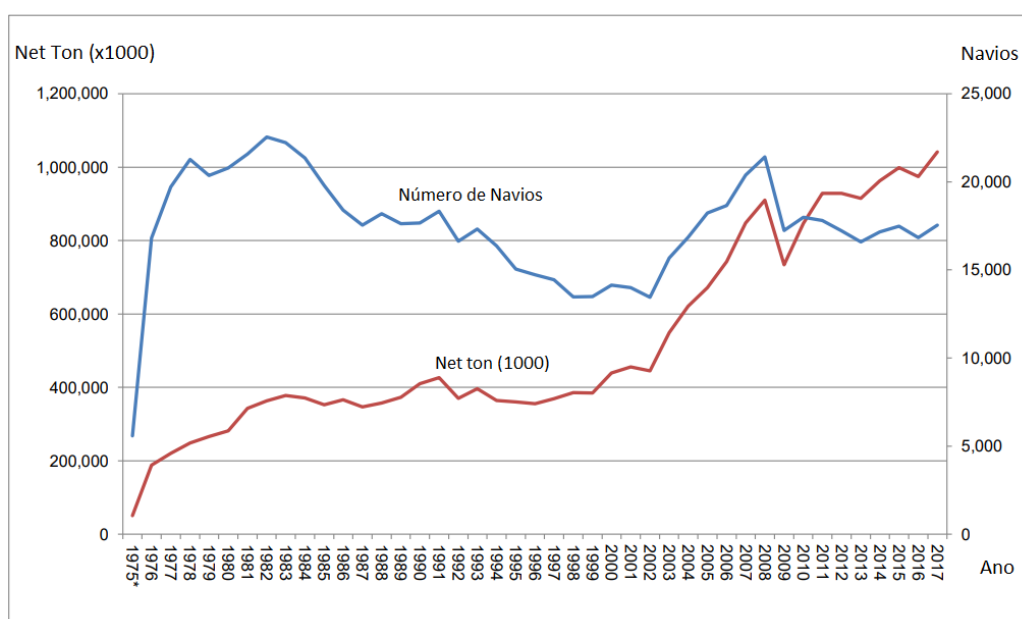


Figura 66 - Evolução do número de navios e da quantidade de carga movimentada no canal do Suez - Fonte: Suez Canal, 2017

Tendo em consideração as Figuras 65 e 66 anteriormente apresentadas, é notória a mudança de paradigma no século XXI, já iniciada no século anterior, no que diz respeito ao comércio marítimo internacional e aos esforços das autoridades do Canal do Suez para acompanhar e fomentar a sua evolução. Desde o alargamento realizado no ano de 2010, verifica-se, na Figura 66, o aumento da quantidade de carga transportada por um número cada vez menor de navios. Pelo exposto nos capítulos anteriores, é expectável que esta tendência se continue a verificar.

4.3.2.3. Aprofundamento do Canal de Kiel, Alemanha

O canal de Kiel, que liga o Mar Báltico ao Mar do Norte, tem sido alvo de investimentos para o dotar de características para a circulação da nova geração de navios, através do aprofundamento, reabilitação de eclusas, entre outras obras, de forma a aliviar o transporte por via terrestre.



Figura 67 - Vantagens de rotas através do Canal Kiel – Fonte: portalnok.de

O canal tem aproximadamente 100 Km de extensão e passa por diversas cidades da Alemanha, estando previsto o afundamento de um metro de um troço do mesmo, o Canal Nord-Ostsee, passando dos 11 m para os 12 m, em toda a sua extensão, garantindo desta forma uma maior capacidade de transporte. Indiretamente ou diretamente, alguns portos beneficiam deste tipo de investimento em canais, contudo os custos de construção e de manutenção deste tipo de canais são elevados.

Com a construção deste canal, os portos no interior do Rio Elba conseguiram atrair novas rotas, juntamente com outros modos de transporte intermodais e, assim, expandir o seu *hinterland*. A ligação a estruturas rodoviárias e ferroviárias para Leste e Este atrai rotas de navios porta-contentores, navios graneleiros, entre outros, sendo, pois, este canal uma autoestrada aquática de acesso aos diferentes portos interiores no Rio Elba.

4.3.2.4.Comparação Entre Os Canal Do Panamá e Do Suez

Todos os canais anteriormente apresentados constituem acessibilidades importantes, mas destacam-se, dada a sua relevância histórica no contexto do comércio marítimo internacional e não só, os canais do Panamá e o do Suez. Assim, realizar-se-á uma breve análise das diferentes características e da competição entre os dois canais.

Tabela 16 – Comparação das principais características dos canais do Suez e a Terceira Eclusa do Panamá e estatísticas de tráfego - Fonte: pancanal.com e suezcanal.gov.eg

Item	Largura (m)	Profundidade e Máxima (m)	Calado Máximo Permitido (m)	Capacidade e Máxima TEU	Número de Navios em 2017	Número de navios porta-contentores	Net ton em 2017(x1000)
Panamá	55,0	18,3	15,2	14 000	13 548	2 493	403,8
Suez	205,0 a 225	24,0	20,2	18 000	17 550	5 568	1 041,6

O Canal do Suez possui uma maior capacidade do que o seu homólogo, contudo isto poderá não constituir uma vantagem competitiva, pois ambas as autoridades responsáveis têm realizados esforços contínuos para resolver problemas de fiabilidade do serviço, através de sucessivos projetos de expansão. É possível que, no futuro, o Canal do Panamá tenha que lidar novamente com congestionamentos devido ao crescimento do número de navios que não pode circular nas eclusas originais, para além de fenómenos naturais desta zona do globo. No que se refere à fiabilidade do serviço, parece que o Canal do Suez possui uma ligeira vantagem. Ambos os governos tentam promover os seus canais, de modo a torná-los centros importantes de transbordo, aumentando a sua relevância através da construção de novos terminais, melhorando as ligações intermodais e estabelecendo áreas económicas especiais (Chu e Ledermann, 2017).

O canal do Suez é uma séria ameaça para o seu homólogo, pois, por volta de 2015, a empresa Maersk abandonou a passagem pelo canal do Panamá e os seus navios apenas circulam no Canal do Suez, onde podem transportar carga até 18 000 TEU. Para além disto, as unidades industriais situadas na China continuam a deslocar-se para o Sudeste Asiático e, assim, os portos situam-se mais próximos do Canal do Suez. Muito provavelmente, a expansão do Canal do Panamá não terá um impacto tão significativo no comércio marítimo internacional como o que o da expansão do século XX teve. Este projeto irá melhorar a eficiência das rotas comerciais e trará novos desafios para as infraestruturas envolvidas na cadeia de abastecimento (Brown Brothers Harriman, 2015).

Contudo, estes projetos têm questões inerentes do ponto de vista ambiental, tais como problemas relacionados com a qualidade da água e sistemas de poupança para o abastecimento das eclusas, entre outros.

4.3.3. ACESSIBILIDADES ATRAVÉS DE CANAIS NATURAIS, O RIO ELBA

O Rio Elba é um exemplo de rio navegável, com rotas importantes, e ligação à cidade de Praga, na República Checa, sendo uma rota comercial para diversos tipos de navios. Ao contrário dos canais artificiais, a navegabilidade através de canais naturais tem problemas inerentes - a sua manutenção e ampliação são bastante mais sensíveis e podem ser mais complexas. Em alguns casos, também poderão sofrer maior erosão/assoreamento e podem ter maior exposição a situações de cheias. A irregularidade do leito, das margens e a sua variabilidade em função do tempo tornam os canais naturais mais complexos. Como se encontram diversos portos no interior deste rio, é vital para eles melhorar a navegabilidade ao longo do mesmo, em vários aspetos, tal como é imperioso existirem sistemas de prevenção e de segurança, boa sinalização visual e iluminação, de forma a evitar grandes catástrofes. Ao longo do rio, existem diversos canais que constituem uma rede, bastante ampla e diversa, de acessibilidades aos diversos portos.



Figura 68 – Portos Alemães no interior do Rio Elba – Fonte: hafen-hamburg.de

Na Figura 68 apresentam-se os diversos portos alemães, ao longo deste rio, que desempenha um papel fulcral na ligação entre os mesmos, tendo sido objeto de diversos investimentos.

O custo e a eficiência do transporte através de canais interiores estão associados ao transporte de grandes quantidades de uma só vez. Por outro lado, a velocidade de transporte, através do navio, é relativamente reduzida comparada com outros modos de transporte como, por exemplo, por via-férrea. Salienta-se, ainda, que a falta de uma rede de vias navegáveis não permite um serviço porta a porta, portanto os utilizadores necessitam de outro meio de transporte intermodal para conseguir tal serviço. Assim, pode constituir uma boa alternativa, mas apresenta grandes limitações, algumas já referidas, e outras relacionadas com o calado dos navios, a falta de iluminação ou de outras condições para a prestação de um serviço que opere 24 horas por dia, para além de outros constrangimentos naturais.

4.3.4. ACESSIBILIDADES FERROVIÁRIAS

Desde o século XIX, com a construção da linha férrea para o comboio a vapor, entre a cidade industrial de Manchester, no interior do Reino Unido, e a cidade portuária de Liverpool, edificada com o objetivo de criar um meio de transporte de mercadorias pouco dispendioso, que os acessos ferroviários tiveram uma grande ligação com a área portuária de Liverpool.

Alguns portos possuem sistemas ferroviários de alta velocidade, com ligações próximas a outros países, ou sistemas de ferrovias exclusivas para determinadas indústrias ou centrais termoelétricas. Cargas como granéis sólidos, carga contentorizada e outro tipo de mercadorias são facilmente transportadas por

este meio de transporte, no entanto, trata-se de investimentos consideráveis, e existe a eventualidade de ter de se construir outras infraestruturas como pontes.

O sucesso de um porto, em diversos aspetos, depende de vários fatores, sendo um deles a qualidade da infraestrutura do *hinterland*. Para distâncias superiores a 300 Km, em várias rotas na Europa, as vantagens do transporte ferroviário são evidentes, em comparação com o transporte rodoviário ou com o transporte por vias marítimas interiores. Rapidez e características adequadas para o transporte de grandes volumes de carga, custos e fiabilidade são vantagens importantes. Uma carruagem com cerca de 800 m pode transportar o mesmo volume que 50 camiões e, em 2014, no Porto de Hamburgo, os serviços por via-férrea transportaram cerca de 43% da carga total que chega ao porto (Porto de Hamburgo, 2015).

Para além do troço principal, a ligação a uma estação central para, a partir daí, saírem comboios *shuttle* de curta distância é essencial para o porto e, em alguns casos, há portos que têm uma ligação direta a certas indústrias, como o Porto de Sines que tem uma ligação férrea para a central termoelétrica do Pego.

Em suma, este meio de transporte evidencia algumas vantagens que assumem um papel de extrema relevância nos portos, nomeadamente nos portos *hub*, cuja função é redistribuir a mercadoria para outros meios de transporte. Assim, as vantagens de ter um serviço regular para o transporte de grandes volumes de mercadoria, permitindo um rápido escoamento da mesma para fora da zona portuária, tal como reduzir significativamente o número de camiões a circular no interior do porto, são aspetos muito importantes. Por exemplo, o Porto de Algeciras possui um sistema de caminhos-de-ferro dentro do porto, perto de diversos terminais, com um serviço diário de chegada, de manhã, e de partida, ao final da tarde, com exceção do fim de semana. A partir daí, os diversos tipos de mercadorias chegam a outras cidades espanholas de onde são redistribuídas. Contudo, caso as linhas de caminho-de-ferro estejam implantados perto de cais de acostagem, as exigências das mesmas são um pouco mais rigorosas, ao nível da estrutura e em termos de assentamentos, dado que os requisitos para o projeto da linha ferroviária requerem uma precisão elevada, só admitindo um erro de poucos milímetros.

No passado, muitos portos tinham linhas férreas que os serviam, muitas das quais foram desativadas. Atualmente, reconhece-se que isso foi um erro estratégico, e agora realizam-se diversos esforços e investimentos para as reativarem, possibilitando o uso desse meio de transporte.

4.3.5. ACESSIBILIDADES AEROPORTUÁRIAS

A ligação a infraestruturas aeroportuárias para um porto poderá ser importante para o transporte de mercadorias perecíveis e mercadorias com grande valor acrescentado. Pode também ser importante para atrair passageiros, linhas de cruzeiro e transporte da tripulação das embarcações. A proximidade de um aeroporto será sempre uma mais-valia, mas não será tão importante como os outros tipos de acessibilidades.

4.3.6. ACESSIBILIDADES RODOVIÁRIAS

As acessibilidades rodoviárias a um porto são essenciais, pois constituem uma ligação relevante com o *hinterland* e com o porto. Problemas de congestionamento nas imediações do porto podem reduzir a sua competitividade. Por isso, o investimento na melhoria ou criação de diversas linhas rodoviárias consta da estratégia de desenvolvimento de diversas autoridades portuárias. As possibilidades de um maior número de ligações a outras regiões, comparativamente a outros modos de transporte, e a facilidade de

mobilidade serão sempre uma vantagem das acessibilidades rodoviárias. Para portos com menores volumes de carga, a utilização de veículos, como camiões, será uma melhor opção, ao contrário de portos com grandes volumes de carga movimentada. Para uma entrega porta a porta, as acessibilidades rodoviárias desempenham um fator extremamente relevante, dada a grande mobilidade e flexibilidade que permitem. Uma rede de autoestradas é um fator decisivo para a construção de novos portos, pois ligam cidades importantes de diferentes países.

4.3.7.CADEIA LOGÍSTICA

Com a troca de informação entres os vários agentes, a rede de distribuição torna-se numa cadeia logística, assim os inventários podem ser ajustados continuamente, em vez de o serem feitos sazonalmente. Os fornecedores podem utilizar esta informação para reduzir o *stock* ou até mesmo eliminá-lo. Uma gestão eficaz da cadeia logística requer uma integração entre os vários agentes, por isso é importante uma boa partilha de informação. Se, por exemplo, no ponto de venda se regista que os clientes estão a reduzir o ritmo de consumo, os inventários têm de ser ajustados e comunicados para os outros agentes da cadeia. Se, por outro lado, o ritmo de consumo aumentar, então é responsabilidade da equipa logística avaliar o *stock* disponível em relação aos custos de transporte. É melhor gerir os inventários ao longo de um ano inteiro, para evitar grandes custos nas épocas altas. O termo “logística” pode cobrir totalmente o processo de planeamento, de controlo de fluxos e de transformação de matérias-primas. Então, o modo de transporte é um dos agentes críticos deste processo entre outros que incluem o armazenamento, a gestão, o controlo de inventário, a distribuição e a localização, estando todos interligados. Como todos os processos de logística, os diferentes canais têm vários sub-canais que o suportam. Assim, o planeamento ao nível do canal é mais estratégico do que ao nível de sub-canais. Logo, ao nível da venda de retalho, várias empresas competem entre si, não apenas ao nível de produção, mas também ao nível da cadeia logística. O preço de venda é um fator importante na decisão de compra, portanto uma cadeia logística eficaz pode reduzir o custo total do produto e, conseqüentemente, reduzir o preço de venda final. Desta forma, a gestão da cadeia logística pode ser vista como uma atividade de valor acrescentado e não apenas como um custo do negócio. A integração destes canais é possível através de ferramentas de informação com vista a reduzir a incerteza e a variabilidade em toda a cadeia logística e, com uma melhor informação, poderão melhorar os sistemas de previsão, de prazos de entrega e antecipar variações de preços (Hoel *et al*, 2010).

O desenvolvimento da infraestrutura ferroviária na Europa sofreu uma mudança organizacional, pois a abordagem da comissão europeia foca-se na privatização, na desagregação vertical e na liberalização. A desagregação vertical refere-se à separação entre a infraestrutura e as operações. Isto é, a infraestrutura, na maioria dos casos, é pública e as operações são levadas a cabo por organizações privadas. Liberalização significa que as barreiras de entrada legais são removidas e o acesso é aberto, aumentando, desta forma, a competitividade entre vários agentes (van der Horst e van der Lugt, 2009).

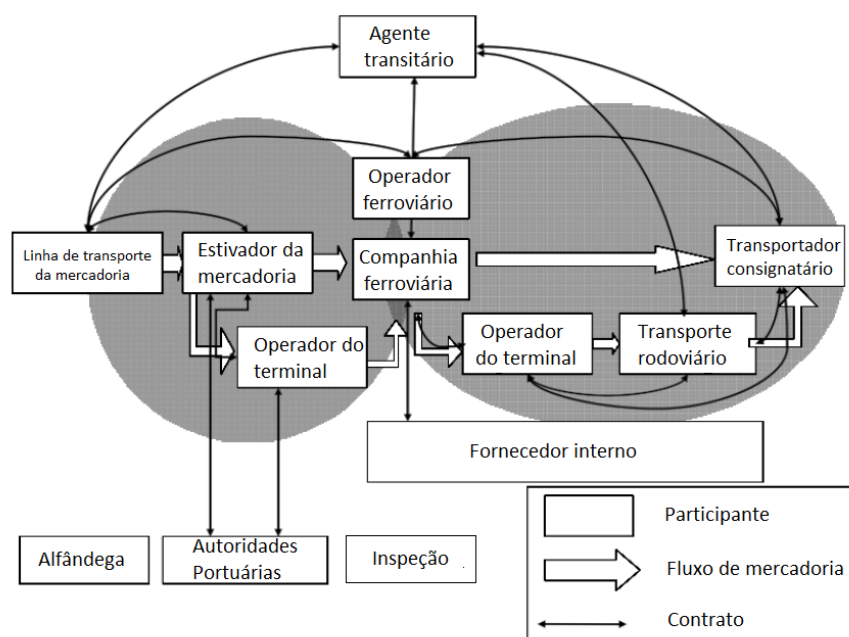


Figura 69 – Exemplo de cadeia logística do transporte por via-férrea - Fonte: Adaptado Van der Horst e van der Lugt, 2009

Os acordos não são apenas escolhidos do ponto de vista institucional, dado que os participantes na cadeia logística também querem influenciar o ambiente institucional, onde as regras do jogo são definidas. Operadores de terminais, companhias de caminhos de ferros, seus operadores e as autoridades portuárias, numa base voluntária, discutem novas regras e normas de forma a prevenir a ineficácia do uso da infraestrutura rodoviária e da capacidade do terminal (van der Horst e van der Lugt, 2009).

4.3.7.1. Plataforma Logística do Porto de Leixões

O maior contributo para o formato atual das diferentes componentes logísticas advém da parte militar, onde se definem cinco grandes componentes da logística: abastecimento; transporte; manutenção; evacuação; hospitalização e serviços complementares. Hoje em dia, os sistemas de processos logísticos operam numa lógica de cliente, isto é, pretendem fazer chegar o seu produto ao seu cliente, na quantidade certa, no tempo pretendido, e com o menor custo. As empresas de distribuição pretendem oferecer um bom serviço, num curto de espaço de tempo e com o baixo custo. Mas, aumentando a qualidade do serviço, também aumentaram os custos, o que leva à procura de *tradeoffs* para conseguirem tal objetivo. As exigências atuais, cada vez maiores em termos de tempo, qualidade e custos, trazem novos objetivos que podem ser obtidos através da redução do tempo de atividades que não criam valor acrescentado nem aumentam a qualidade do serviço. Contudo, existem umas que não poderão ser excluídas, e que terão de ter uma maior eficácia e rapidez. Torna-se um processo difícil, dada a incerteza na procura e na oferta, por isso muitos portos transferem estas responsabilidades e decisões para outras empresas, através de contratos (Carvalho *et al*, 2010).

A ideia de uma plataforma logística consiste numa zona onde se concentram atividades de valor acrescentado e outras relacionadas com o transporte, onde estas se complementam e onde se poderão criar grandes centros de distribuição. Para a criação de plataformas logísticas, pretende-se que criem dinâmicas que se reflitam ao nível interno e externo do porto. Pretende-se a sua ligação a centros industriais importantes, pois conseguirão armazenar grandes quantidades de carga e utilizar veículos

com maior capacidade de carga, promovendo a sustentabilidade da plataforma. Deste modo, as acessibilidades têm um papel crucial para o desenvolvimento destas plataformas.

A APDL investiu, recentemente, no projeto para a criação da Plataforma Logística do Porto de Leixões com a criação de diversos polos, com o objetivo de atrair e fixar polos logísticos e de distribuição. Inaugurada em 2015, esta plataforma visa tornar o porto, no futuro, numa opção competitiva para as diversas empresas de sistemas de transporte e logísticos, pelo que o polo 2 receberá o Terminal Ferroviário Intermodal.



Figura 70 - Localização dos polos e das acessibilidades da plataforma logística de Leixões - Fonte: apdl.pt

Os objetivos diretos deste projeto são os seguintes: criar condições; incentivar a transferência modal; aumentar o volume da carga que circula no porto; atrair novos operadores logísticos. A mais-valia desta plataforma é estimulada pela sua localização perto do porto, tirando partido disto e dos acessos para o resto do país, através de outras infraestruturas de transporte. A curta distância do aeroporto e das principais vias rodoviárias trazem uma mais-valia para as empresas que se venham a instalar nestes polos. Esta plataforma contém diversos armazéns com uma área bastante considerável; oficinas; centros de serviços e de apoio aos veículos. O foco da integração de diferentes redes e sistemas racionais pretende otimizar a utilização de recursos e equipamentos, a funcionalidade e operacionalidade entre as diversas tipologias de ocupação. A flexibilidade e planeamento de futuras expansões e a sustentabilidade financeira são as diretrizes que guiam a gestão e a organização deste espaço. Assim, a estratégia do seu desenvolvimento sustenta-se na competitividade portuária e logística, assim como na sustentabilidade - aspetos direcionados para o cliente e para o mercado (www.apdl.pt).



Figura 71 - Acessibilidades terrestres ao Porto de Leixões - Fonte: apdl.pt

Com a grande afluência de tráfego rodoviário ao porto, outros projetos anteriores como a criação da portaria única, a ligação do porto à Via Rápida Interior, a ligação à rede ferroviária e à infraestrutura aeroportuária são fatores que potenciam a atração de empresas para a plataforma. Desta forma, o porto constitui um local de interligação entre vários meios de transporte.

4.4.SÍNTESE

Neste capítulo, elencou-se a mudança do paradigma relativamente à filosofia adotada para o *layout* dos terminais portuários. Referiu-se, ainda, fundamentando-se, a necessidade de melhoramentos nesses portos, nomeadamente através do recurso à construção ou extensão da área dos terminais para o plano de água e os princípios para o desenvolvimento destes projetos. Para além disto, destacou-se a importância dos diversos tipos de acessibilidades para as instalações portuárias, e a importância no comércio mundial dos canais do Panamá e do Suez, a importância a nível portuário dos diferentes modos de acessibilidade, bem como novos conceitos para a distribuição de carga no *hinterland* através de novos conceitos ou da criação de plataformas logísticas e a necessidade de fornecer serviços fiáveis e competitivos.

Na verdade, o conteúdo destes capítulos só por si necessitava de uma análise mais aprofundada, com análises de tráfego bem como de outros aspetos referidos, mas isso não se realizou, dado o âmbito deste trabalho.

Porém, o conteúdo dos capítulos anteriores não é estanque e a sua interligação com outros obriga a que se abordem, neste contexto, os impactes ambientais das obras e de estruturas anteriormente referidas, novas ou de reabilitação. Portanto, a seguir, tratar-se-á da avaliação das suas consequências e de medidas de compensação; de mitigação; de custos; do impacto visual deste tipo de intervenções, designadamente a influência da qualidade dos sedimentos a nível do projeto e o destino do material dragado.

5

LOCALIZAÇÃO DE PORTOS, OCUPAÇÃO DE NOVAS ÁREAS E EXTENSÃO DE QUEBRAMARES

5.1. INTRODUÇÃO

Demonstrada a necessidade de aumento da capacidade e da competitividade dos portos internacionais para possuírem condições adequadas à receção de navios de maior calado, as autoridades portuárias possuem várias alternativas para este fim. A opção de ampliação pelas autoridades portuárias depende de diversos aspetos relacionados com as características naturais em que os portos estão situados, como profundidade disponível; condições de agitação marítima; fundos dos canais; o caudal sólido transportado pelos rios, se o porto se localizar num estuário, são fatores que poderão condicionar ou inviabilizar algumas das soluções ponderadas. Muitos dos portos estão cercados por zonas urbanas, não existindo espaço disponível para expansão na parte terrestre. Por isso, em alguns casos, as autoridades portuárias decidiram expandir a sua área para o plano de água como forma de contornar esta condicionante. Neste capítulo, pretende-se mostrar os locais de implantação dos portos e a evolução dos mesmos.

5.2. LOCALIZAÇÕES DE CONSTRUÇÕES DE PORTOS E ESTRATÉGIAS DE EXPANSÃO

Desde sempre o comércio por via marítima desempenhou um papel fulcral e, assim, procurou-se implantar os portos ou os locais de atracagem, em localizações estratégicas. Pretende-se, aqui, efetuar uma breve descrição de alguns desses locais, com características de abrigo naturais, e de alguns fenómenos específicos localizados. Como os portos são, de forma cada vez mais acentuada, locais de carga/descarga de mercadorias ou de passageiros, as autoridades portuárias optam por investir na construção de novas estruturas, na ampliação ou reabilitação das existentes ou, ainda, na construção de novos portos para a receção de navios com maiores calados. Para tal, devem ser realizados estudos de viabilidade, de forma a escolher-se a melhor solução técnica e económica. Existem várias opções para o aumento da capacidade de um porto, sendo uma das mais escolhidas o aumento da área de terrapleno, através do aumento dos cais em direção ao plano de água ou através da alteração da configuração do porto (Dias, 2009).

Os portos têm necessidade de modernizar as suas instalações, áreas e equipamentos para as exigências atuais, assim como a sua gestão, acessos marítimos e terrestres, produtividade dos sistemas de movimentação, a fim de se reduzir o tempo de espera, de atracação dos navios, de carga e descarga dos mesmos, otimizando o tempo de permanência de um navio no porto. Além disso, atualmente, os portos têm de ter também em conta fatores que garantam a sustentabilidade ambiental. Portanto, o objetivo principal dos portos prende-se com ganhos de eficiência e produtividade, de modo a captarem novas

rotas viáveis. Dada a dificuldade de expansão para a parte terrestre, muitos portos reorganizaram o seu espaço portuário e expandiram-se para o plano aquático, com o recurso, essencialmente, a quebramares, e, em alguns casos, à construção de novas instalações portuárias.

5.2.1. ESTUÁRIOS E RIAS

Os estuários são corpos de água costeiros, semifechados, de interface mar-rio, água-terra, que constituem uma ligação com o mar, e onde a água salgada e doce se misturam. Os estuários facilitam a acessibilidade ao mar e aos territórios a montante da embocadura do rio, possibilitando o transporte marítimo com fins comerciais. Portanto, ao longo dos tempos, foram estas condições naturais que permitiram a fixação de pessoas e o desenvolvimento de centros urbanos em torno dos locais onde os navios atracavam.

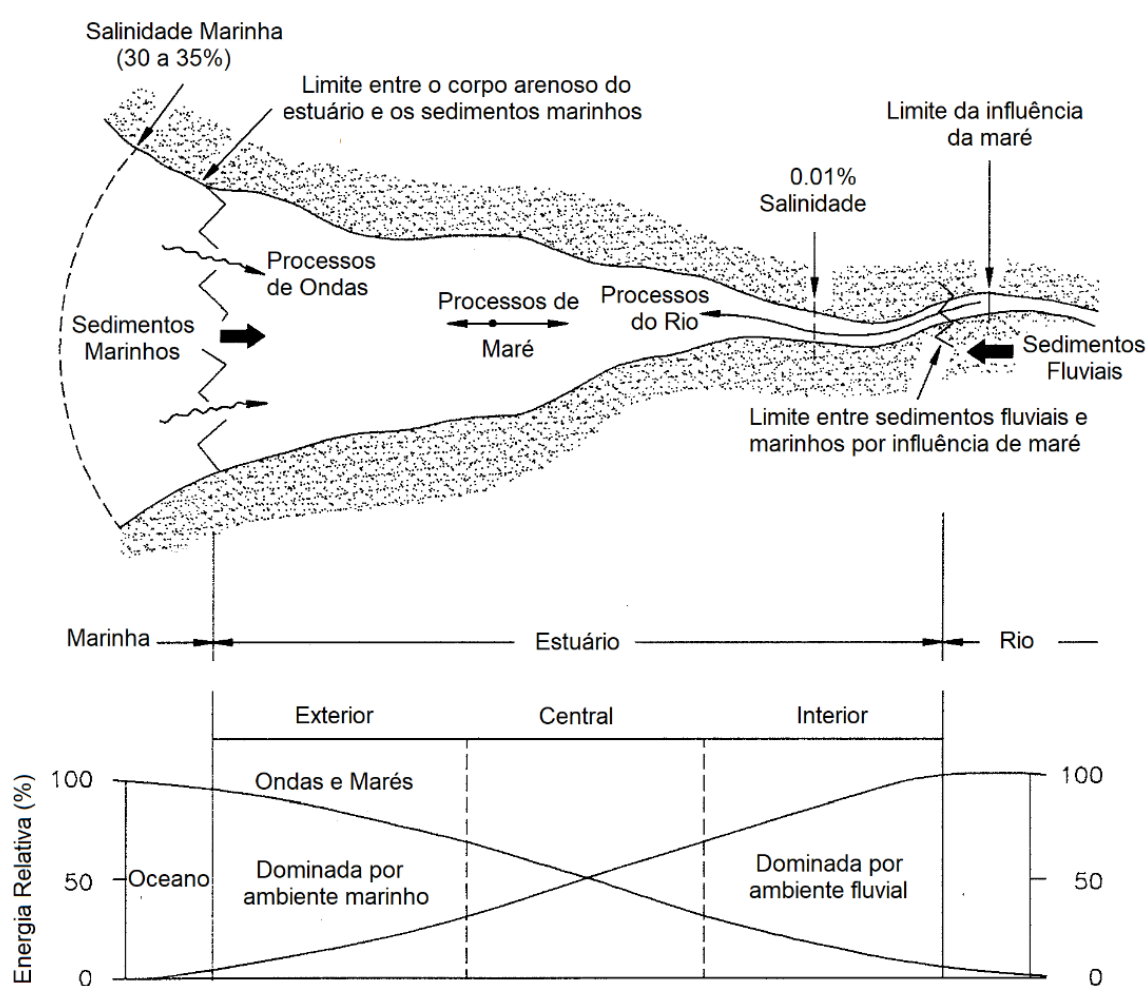


Figura 72 – Processos num estuário - Fonte: Adaptado Dalrymple *et al*, 1992

Um estuário está sujeito à influência das marés e do fluxo fluvial, por conseguinte os estuários estão associados à concentração de sedimentos transportados pelos rios e pelas ondas, sendo que o processo de sedimentação é controlado pelas marés, caudais de rios e ondas. Nos estuários, as condições de agitação contrastam com as dos locais com costas para o mar aberto, permitindo a sedimentação de

sedimentos finos como, por exemplo, argilas. O gradiente salino é mais reduzido nas zonas mais afastadas da embocadura do rio, conforme o representado na Figura 72.

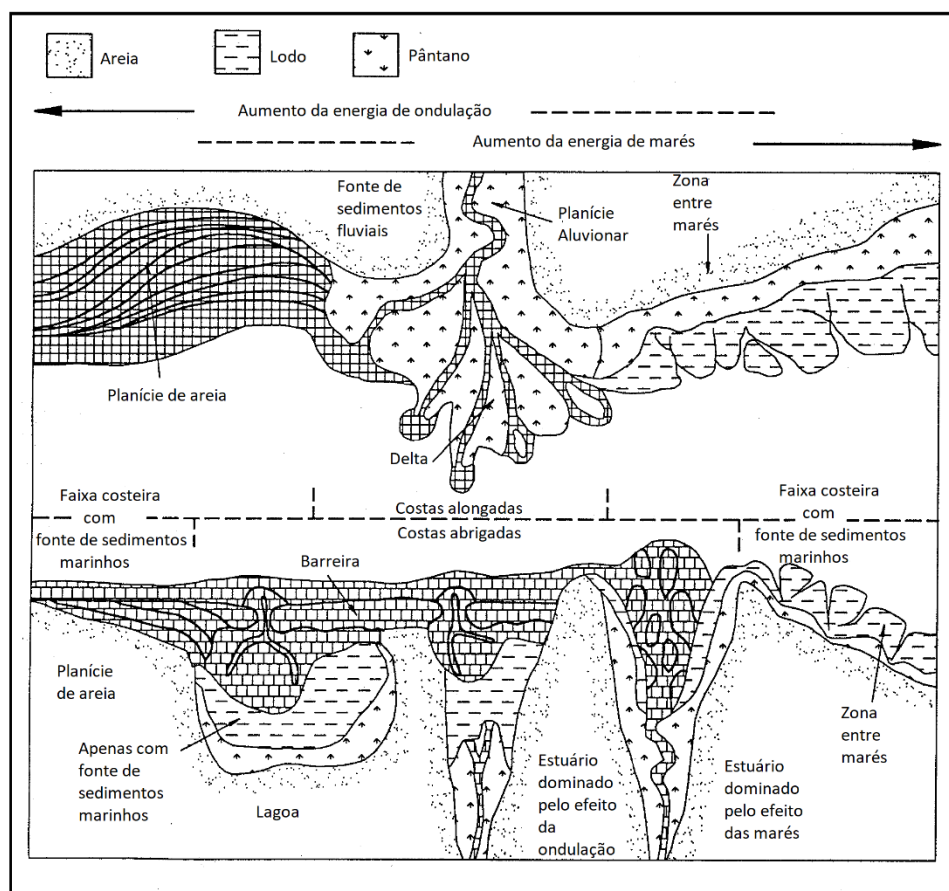


Figura 73- Formas em função da energia de ondas e de maré – Fonte: Adaptado Dalrymple *et al*, 1992

A forma do estuário pode apresentar diversas configurações, conforme se constata na Figura 73. Essa forma varia em função da fonte de sedimentos; da energia da ondulação; da energia da maré, entre outros. Se a fonte de sedimentos é o rio, forma-se um delta e, à medida que cresce, esse delta avança em direção ao mar aberto. Se, pelo contrário, a maior parte dos sedimentos for fornecida através de processos marítimos, forma-se uma faixa costeira reta e progressiva. Os estuários dominados pelos efeitos da ondulação são caracterizados por terem maior energia de ondulação em comparação com a influência das marés. Assim, esta situação faz com que os sedimentos se depositem ao longo da costa e em terra, dentro da foz do estuário, formando barreiras naturais. Caso os efeitos das marés sejam mais significativos, a velocidade do caudal do rio faz com que se formem faixas alongadas de sedimentos, com forma meandrizada (USACE, 2002).

5.2.1.1. Sistemas lagunares

Sistemas lagunares são constituídos por depressões húmidas ou submersas confinadas por elevações longas e baixas de areia ou de outros sedimentos, com cotas ligeiramente acima dos níveis de preia-mar, estendendo-se paralelamente à linha de costa. São exemplos em Portugal as designadas – Ria de Aveiro e Ria Formosa.

Uma lagoa é um corpo de água protegido por barreiras naturais como ilhas ou recifes. Em muitos casos, as condições naturais do terreno podem proporcionar condições de proteção adequadas para a implantação de portos, existindo inúmeros portos construídos nestes locais, podendo as autoridades portuárias efetuar, frequentemente, dragagens, dentro dos mesmos. Alguns estão localizados em estuários e lagoas tais como: o Porto de Vigo, em Espanha; o Porto de Veneza, em Itália; o Porto de Oslo, na Noruega; o Porto de Leixões; o Porto de Aveiro e o Porto da Figueira da Foz, em Portugal; o Porto da Cidade do Panamá, no Panamá.

5.2.2.BAÍAS

Uma baía é um corpo de água parcialmente rodeado por terra, sendo normalmente menor e menos fechada do que um golfo. A boca da baía, onde se encontra o oceano ou o lago, é tipicamente mais larga em comparação com a de um golfo. As baías costumam ser mais calmas e mais abrigadas do que outros locais naturais de abrigo em mar aberto ou em oceanos, o que as torna menos propícias a sofrer danos de tsunamis ou de ondas. Muitas baías são formadas à medida que a faixa costeira é erodida pelo oceano, como é o caso da Baía de Guanabara, no Brasil(www.nationalgeographic.com).

A refração e difração afetam a quantidade da energia da onda que atinge a linha costeira, por exemplo, nas baías, as ondas divergem devido à refração, reduzindo a quantidade relativa de energia. Por outro lado, as ondas que incidem na direção da cabeça da baía convergem também devido à refração. Estas diferenças energéticas podem afetar a forma da faixa costeira, pelo que, em geral, a parte central das baías tem maior sedimentação, pois as ondas chegam lá com menor concentração energética. Portanto, são os cabos que sofrem maior erosão.

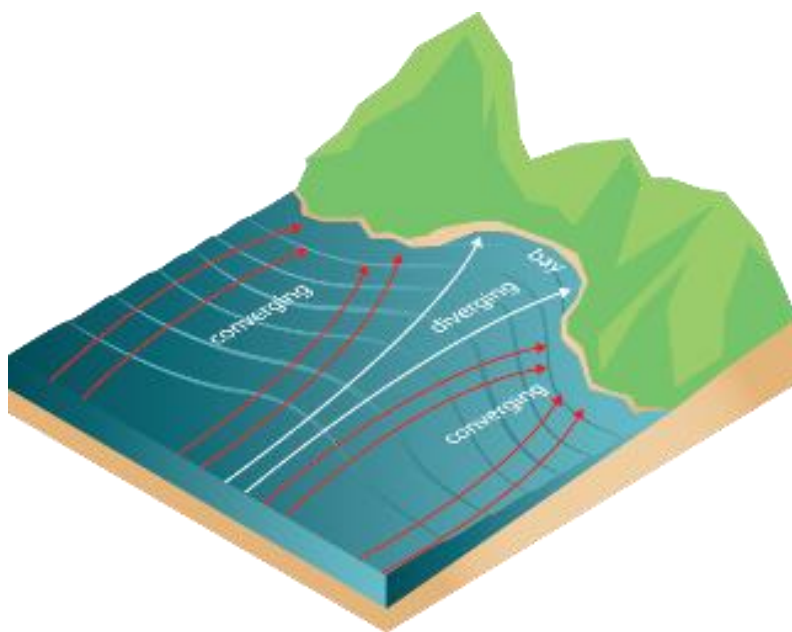


Figura 74 – Interação das ondas com fronteiras solidas em baías - Fonte: Imagem de Byron Inouye em <https://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/physical/coastal-interactions/wave-coast-interactions>

A agitação marítima está sujeita a fenómenos que podem alterar as características das ondas geradas ao largo, nomeadamente as fronteiras sólidas naturais (fundos) ou as fronteiras sólidas artificiais (quebramares). A nível portuário, os fenómenos de interação com as fronteiras sólidas que estão associados à propagação de uma onda, desde que esta é gerada até à sua rebentação, com maior interesse no âmbito deste trabalho, são a refração e a difração.

5.2.2.1.Refração

Refração é a mudança de direção das ondas, à medida que se deslocam entre diferentes materiais do fundo, com características distintas. A refração das ondas é uma consequência do facto da sua velocidade de propagação depender da profundidade. A onda ocupa diferentes profundidades, sendo que se propaga mais rapidamente, nas águas mais profundas, e mais devagar, nas águas menos profundas, fazendo com que a linha da crista da onda se deforme e se alinhe com as batimétricas, visto que a celeridade das ondas depende da profundidade. Este fenómeno é a justificação para a concentração de energia nos cabos e dispersão de energia nas baías, devido à redução do comprimento da crista da onda entre ortogonais, o que provoca um aumento de energia por unidade de área. Os fenómenos de refração também podem estar relacionados com a presença de correntes, tal como acontece nos estuários. Este fenómeno, juntamente com outros, influencia a altura das ondas num local, o que se reveste de grande importância para o projeto de infraestruturas portuárias (cais de acostagem, quebramares), para além de poder afetar a batimetria dos fundos(Veloso Gomes, 2017) .

No âmbito deste trabalho, serão abordados os seguintes exemplos de portos implantados em baías: o Antigo Grande Porto de Alexandria; o Antigo Porto de Piraeus; o Porto do Rio de Janeiro; o Porto de Algeiras; o Porto de Luanda.

5.2.3.RESTINGAS

Restingas consistem em acumulações de depósitos arenosos, no litoral, paralelas à linha da faixa costeira, com uma forma alongada, formando-se devido ao transporte e acumulação de areia fornecido pela deriva litoral. Em alguns casos, estas podem situar-se em estuários dos rios devido à sedimentação do material transportado pelos mesmos(Veloso Gomes, 2017).

Alguns portos implantaram-se nestes locais, pois estas acumulações constituem uma faixa arenosa que serve de abrigo da ondulação. Neste trabalho, serão apresentados os seguintes portos implantados perto de restingas: o Porto de Luanda; o Porto de Lobito, em Angola; o Porto de Itaguaí, no Brasil.

5.3.LOCALIZAÇÃO DOS PORTOS DAS ANTIGAS CIVILIZAÇÕES NO MAR MEDITERRÂNEO

As trocas comerciais, por via marítima, foram fundamentais para o desenvolvimento e expansão dos territórios das diferentes civilizações antigas. Durante séculos, os povos implantaram os portos em zonas com características naturais que ofereciam locais abrigados da agitação marítima, sendo que os mais antigos se situavam em baías abrigadas, atrás de cabos ou penínsulas, atrás de ilhas costeiras, dentro de lagoas ou em estuários. Muitas bacias portuárias eram fechadas, dentro de fortificações, e, até mesmo, fechadas do mar por razões de segurança. Muitos destes portos foram destruídos por sismos, embora se encontrem ainda alguns vestígios dessas estruturas.

5.3.1.ANTIGO PORTO DE ALEXANDRIA, EGITO

Provavelmente, o primeiro porto sofisticado construído pelo homem foi o Porto de Alexandria, no Egito, situado a oeste da Ilha do Faraó, tirando partido da localização da ilha costeira que fornecia uma zona abrigada à baía. Antes da chegada de Alexandre, o Grande, já existia um porto nesta zona, tendo este conquistador reconstruído o porto numa escala monumental, entre 300 AC e 100 AC, aproximadamente. Edificou um quebramar com cerca de 1,5 Km, para servir de ligação entre a ilha e a cidade, conseguindo assim criar duas bacias protegidas para dois portos: o *Portus Eunostus* e o Grande Porto, bem como dois

quebramares para melhorar as condições na bacia do Grande Porto. Esta ideia surge pelo facto de existirem duas direcções principais do vento e da ondulação (Franco, 1996).

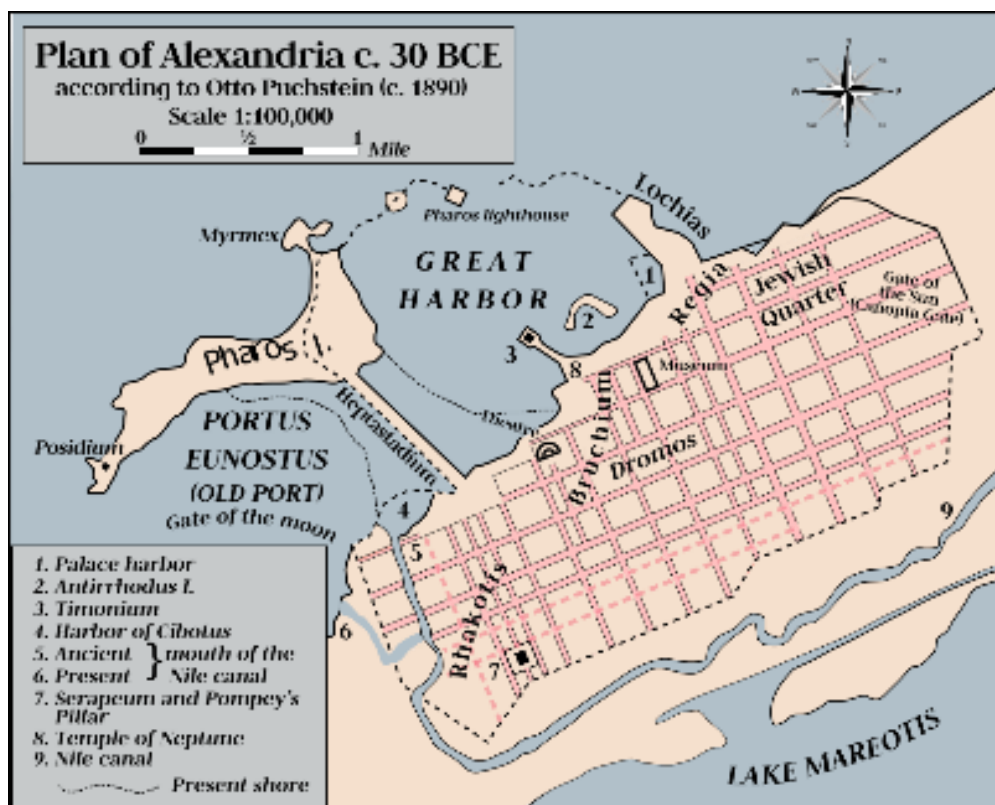


Figura 75 – Antigos Portos de Alexandria Fonte: Shepherd, 1911

A localização ideal para o porto seria onde depois foi implantado o Grande Porto. Talvez por ser uma zona de deposição de sedimentos finos como argilas, optaram por construir inicialmente o Porto Eunostus que possuía um canal para o ligar ao Lago Mareotis. O Grande Porto foi inserido numa localização com condições geográficas únicas, bastante protegida da agitação marítima, tirando partido do cabo da baía, na zona Este, e da ilha, a Oeste. Este também ficou famoso devido ao Farol de Alexandria que auxiliava a aproximação das embarcações ao porto.

5.3.2. ANTIGO PORTO DE PIRAEUS, GRÉCIA

Os gregos também tiravam partido de penínsulas, ilhas e baías abrigadas para a construção dos seus portos. As várias cidades gregas situavam-se em ilhas, sendo possível navegar fora dessas zonas abrigadas. Optavam por navegar ao longo da costa não só por razões de segurança, mas também para se manterem perto de água potável. Os gregos estavam naturalmente focados para o lado este, onde se encontram grande parte dos seus antigos portos. O grande porto ateniense do Piraeus, situado numa península com condições naturais únicas, é famoso pelas suas docas secas cobertas, usadas para guardar navios, com o intuito de proteger o casco dos mesmos, não deixando apodrecer a sua madeira (Franco, 1996).

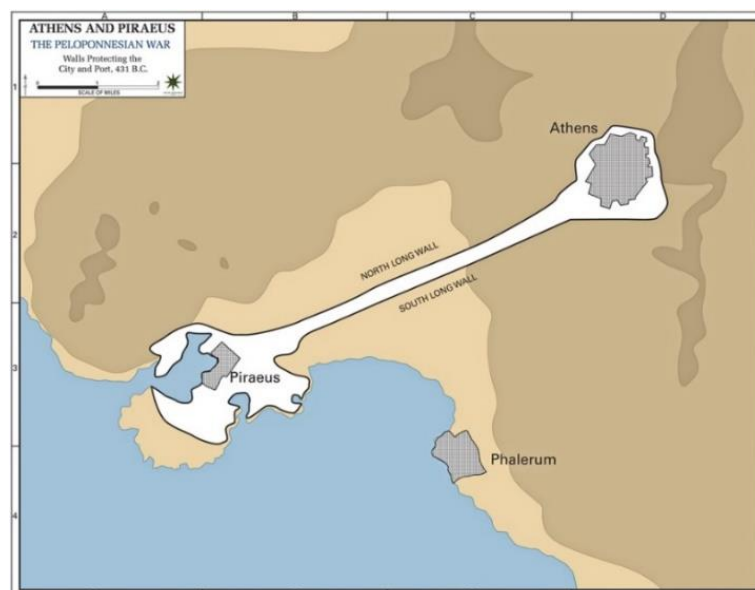


Figura 76 – Porto de Píreus e de Phalerum - Fonte: emersonkent.com

Na Figura 76 apresenta-se a localização do antigo Porto de Píreus e do Porto de Phalerum, implantados em baías. Conforme aí se pode ver, o Porto de Píreus situava-se dentro das muralhas da cidade de Atenas, bem como a ligação do mesmo ao centro dessa cidade. Outros portos gregos, como o Porto de Rhodes, estavam situados em ilhas, e muitos outros em baías. As embarcações eram feitas de madeira, e um dos maiores problemas que estas civilizações enfrentavam, tendo em conta a localização em que implantaram os seus portos, era a falta de condições para a atracagem dos navios devido à agitação marítima. A maioria das construções marítimas das antigas civilizações (grega e romana) eram infraestruturas portuárias e sistemas de abastecimento de águas.

5.3.3.ANTIGO PORTO DE CLÁUDIO, ITÁLIA

A civilização grega tirava vantagem de penínsulas estreitas para a construção dos seus portos, que estavam integrados nas cidades, enquanto os portos dos romanos eram estruturas independentes, com armazéns próprios. A ligação dos portos às cidades era feita por estradas e através de rios. A inovação revolucionária na engenharia portuária foi introduzida pelos romanos, que aprenderam a construir paredes debaixo de água, e, portanto, conseguiram construir quebra-mares sólidos, mesmo com a forma curvilínea. Aprenderam a utilizar juntas e grampos de metal para “prender” os blocos vizinhos e descobriram o cimento hidráulico feito com pozolanas. O Imperador Júlio César concebeu dois projetos de engenharia para tentar solucionar os problemas marítimos e hidráulicos de Roma, que foram muito discutidos durante alguns anos, mas foram abandonados. Mais tarde, o Imperador Cláudio decidiu construir inúmeras obras hidráulicas como, por exemplo, o Aqueduto Claudius e o novo porto artificial, localizado 3 Km a Norte da foz do rio Tibre. Inspirado no Porto de Alexandria, este também possuía um farol para auxiliar a navegação das embarcações, bem como diversos armazéns para os betransportados. Foi inaugurado pelo Imperador Nero (Franco, 1996).

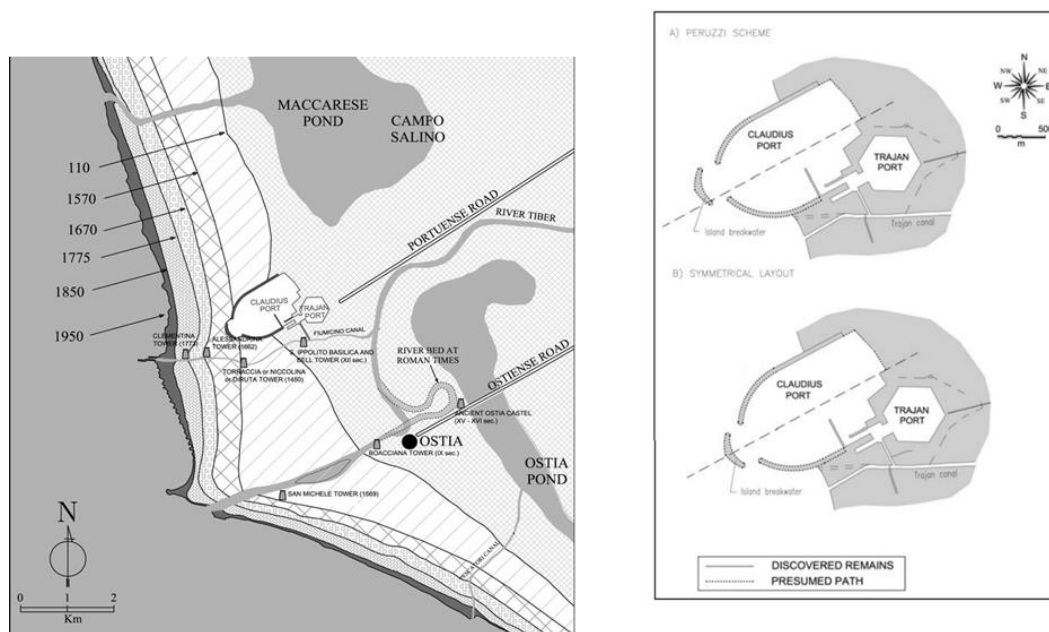


Figura 77 - Evolução da faixa costeira junto ao Porto Cláudio parcialmente por Bersani e Moreti, 2008 e configurações do Porto propostas por Peruzzi e por Franco - Fonte: Adaptado Franco e Noli, 2009

Na Figura 77 apresenta-se a evolução da faixa costeira nesta zona, assim como a reconstrução da configuração do Porto Cláudio. Salientam-se os pormenores dos diversos quebra-mares com especial destaque para o quebra-mar central, destacado para proteger a bacia interior, permitindo assim formar duas vias de acesso ao porto. Este foi o maior complexo portuário, perto da boca do rio Tibre, em Roma, cuja bacia portuária estava situada numa lagoa costeira que se encontrava quase totalmente fechada. A construção do porto consistiu na escavação de grandes volumes de areia e na implantação de dois canais, de forma a criar uma ligação entre a bacia portuária e o rio. Este porto estava sujeito a grandes acumulações de sedimentos. A localização escolhida para o porto teve a oposição do senado e também não teve o apoio dos engenheiros que seguiam as recomendações de Vitruvius, devido aos problemas de acreção de sedimentos, pois até o delta ia avançando para o mar. Provavelmente, a boca do canal localizava-se fora da bacia portuária para evitar a acreção da mesma. O Porto Cláudio foi construído antes do Porto de Trajano, tendo este sido edificado por volta de 110 AC, com uma configuração hexagonal, e com melhores condições de abrigo da agitação provocada pela entrada de ondas do que o Porto Cláudio, que, a partir desse momento, funcionava como porto exterior. Para além desta construção, o Imperador Trajano também ampliou os canais existentes e a configuração destes portos iria servir de inspiração para o modelo dos portos da era do Renascimento (Franco e Noli, 2009).

Desta forma, destacou-se que, desde o tempo das antigas civilizações, as populações sempre procuraram implantar os seus portos em zonas protegidas, constituídas por abrigos naturais, mesmo que não entendessem vários fenómenos e dinâmicas em questão. Geralmente, estes locais de abrigo estavam integrados em estuários de rios, baías, obstáculos como restingas, recifes, ilhotas ou sistemas de barreiras que permitiam criar zonas não expostas à agitação marítima, ou recortes da linha de costa onde o fenómeno de refração possuía menor energia. Com o desenvolvimento tecnológico e do conhecimento, as embarcações foram aumentando as suas principais dimensões, tal como os requisitos nas áreas portuárias para possibilitarem a receção dos mesmos. Grande parte destes locais de abrigo naturais não possuía todos os requisitos exigidos para a receção de grandes embarcações, a nível de comprimento e calado e a nível de áreas portuárias adequadas para tal. Em muitos casos, estes abrigos naturais não

ofereciam todas as exigências para o desenvolvimento da atividade portuária em termos de profundidades, áreas ou condições de agitação marítima adequadas, ou em termos de acessibilidades. Assim, surgiu a necessidade de criar zonas de abrigo artificiais para dar resposta a todas as exigências. Foram utilizadas diversas soluções com este objetivo, nomeadamente a construção de quebramares em mar aberto, de forma a criar condições adequadas para o desenvolvimento da atividade portuária e para a ampliação das instalações de diversos portos(Lopes, 2005).

5.4.TIPOS DE QUEBRAMARES UTILIZADOS

Um quebramar representa um obstáculo à propagação natural das ondas, de modo a criar zonas com reduzida agitação marítima, ou de maneira a proteger zonas edificadas. A necessidade de expansão dos portos em área, implica também, por vezes, a necessidade de criação de zonas com condições de navegabilidade adequadas para que os diversos processos se realizem com segurança, normalmente com recurso a quebramares para proporcionar abrigo em relação à agitação. Em outros casos, e consoante as condições locais de agitação, estes também podem servir como cais de acostagem, na sua parte interior abrigada(Taveira Pinto, 2017).

Existem diferentes tipos de quebramares convencionais, sendo que os mistos, de parede vertical e de estrutura mista, são frequentemente utilizados para desempenharem as duas funções em simultâneo: abrigo da agitação e cais de acostagem. Contudo, para este tipo de função, os quebramares são normalmente dimensionados de modo a que não ocorram galgamentos. A escolha do tipo de solução a implantar é fortemente determinada pelo fim a que se destina; pelo clima de agitação local; pela possibilidade ou não de galgamento; pela constituição do fundo; pela altura de onda de projeto; pelos custos de diversas alternativas; pelos impactes ambientais e por diversas medidas de mitigação, entre outros fatores. Assim, consoante as exigências funcionais da área portuária em questão, o quebramar poderá ser não galgável, onde a cota do coroamento é dimensionada para não permitir a ocorrência de galgamentos(Lopes, 2005).

Concluindo, os rumos de agitação influenciam a direção, o número, a forma e a configuração dos quebramares implantados nas bacias portuárias.

5.5.EVOLUÇÃO DOS PORTO EM RIAS OU EM ESTUÁRIOS

Muitos dos portos situados em estuários, com fundos aluvionares, têm falta de áreas disponíveis para expansão assim como profundidades adequadas. Dada a complexidade dos fundos e os fatores atrás referidos, bem como a influência de correntes fluviais e de correntes de marés, muitos destes portos deslocaram-se para áreas exteriores, em mar aberto, devido à falta de espaço na área circundante para ampliação.

5.5.1.EVOLUÇÃO DO PORTO DE OSLO, NORUEGA

A cidade de Oslo, na Noruega, está implantada em fiordes, numa grande abertura de mar entre as montanhas rochosas, formadas a partir do degelo de camadas glaciares. Os fiordes de Oslo são constituídos por diversas ilhas, servindo algumas de cais de acostagem para pequenas embarcações. O poder político local definiu como estratégia de desenvolvimento para este local uma abordagem holística, que garantisse uma melhor qualidade de vida para o maior número possível de habitantes da cidade e da região. Deste modo, pretendeu-se melhorar a área portuária, de extrema relevância, bem como grande parte de vias de acesso ao local, através de um plano detalhado para obter boas soluções

do uso do solo e, assim, promover um desenvolvimento sustentável. Por isso, metade da área portuária foi desocupada para permitir o desenvolvimento urbano e requalificar aquela área da cidade. Neste contexto, as autoridades locais decidiram construir um novo porto, na foz do rio Alna, até Ormsund, com o objetivo de remover o terminal de contentores da cidade e implantá-lo num local com boas acessibilidades à mesma e ao resto do país, visto que aproximadamente metade da população da Noruega vive a menos de três horas do Porto de Oslo. Pretende-se que as atividades portuárias sejam o mais compactas possível, deixando sempre uma área disponível para futuras expansões. Sendo uma zona com características naturais especiais, as autoridades têm tomado diversas medidas para minimização dos impactos ambientais decorrentes do desenvolvimento da atividade portuária. Desta forma, Alna será a nova porta de entrada para os fiordes e será o ponto de partida para várias atividades portuárias de recreio, que irão beneficiar deste corredor. Relativamente a Sydhavna, será o local para o porto de contentores, localizado num ponto estratégico com ligação ao Mar do Norte. Nesta área, não está prevista a construção de casas para habitação, a fim de não condicionar desenvolvimentos futuros do porto (Plan for Fjordbyen, 2008).

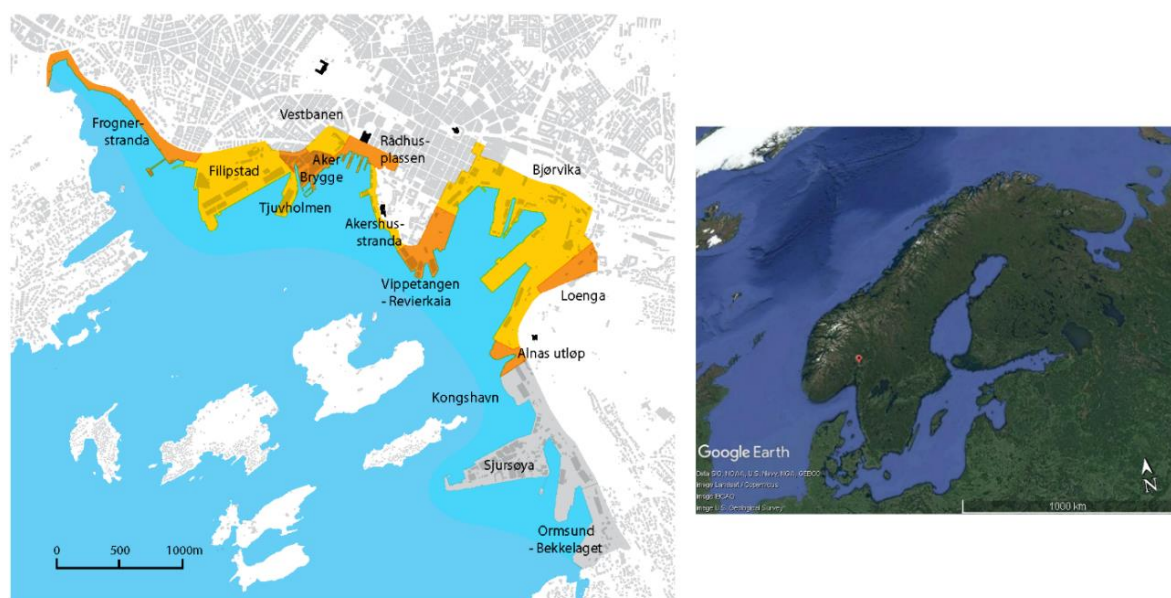


Figura 78 - Zona Portuária de Oslo no plano de remodelação e Localização do Porto – Fonte: Adaptado Plan for Fjordbyen, 2008 e Google Earth, 2018

Conforme se constata na Figura 78 apresentada, a existência de diversas ilhas confere características de abrigo a este local, acrescentando a isso o facto de ele não estar sujeito a temporais.

5.5.2. EVOLUÇÃO DO PORTO DE VIANA DO CASTELO, PORTUGAL

O Porto de Viana do Castelo está localizado perto da foz do rio Lima, possui quebra-mares e, nas últimas décadas, foram realizadas várias obras de expansão. Devido à sua localização num estuário, existem diversas ilhotas resultantes dos processos de sedimentação.



Figura 79 – Vista panorâmica da foz do rio Lima - Fonte: <https://maolmar.blogs.sapo.pt/2007/12/>

Destaca-se o desenvolvimento do porto, na margem esquerda do rio, através da ocupação desta zona e na reformulação da mesma para a expansão do porto, que consistiu na construção do quebramar, nesta margem, e na construção de instalações portuárias, visíveis na Figura 80. No estudo prévio das Obras e Apetrechamentos da 1ª Fase De Expansão Do Sector Comercial Do Porto De Viana Do Castelo, em 2004, consideraram-se ainda para futuras expansões áreas próximas a este terminal, que se encontram na área de jurisdição portuária.



Figura 80 – Instalações portuárias na margem esquerda do estuário inferior do rio Lima - Fonte: viana.apdl.pt

Atualmente, o aprofundamento do canal de acesso aos estaleiros navais encontra-se em discussão para disponibilizar a receção de calados de 7 m. este aprofundamento é obtido por dragagens de materiais, como areia, e do desmonte do fundo rochoso, na zona do anteporto, com o recurso à utilização de material explosivo para tal. Com este projeto, a bacia de manobras, perto do Castelo de São Tiago da Barra, e o canal de acesso serão aprofundados e o destino do material dragado será o de ser imerso nas proximidades do porto. No capítulo Impactes Ambientais Relacionados com Casos Nacionais Recentes, os impactes ambientais deste projeto são abordados com maior detalhe.

5.5.3. EVOLUÇÃO DO PORTO DE LEIXÕES, PORTUGAL

O Porto de Leixões, implantado na foz do rio Leça, está situado numa zona onde há muitos depósitos de sedimentos. Numa primeira fase, relativamente à configuração do porto, este começou por aumentar as suas instalações para a zona interior do rio e para o interior da bacia, acompanhado com a criação do quebramar para melhorar as condições de navegabilidade no acesso ao interior da bacia portuária. Numa fase posterior, o quebramar recebeu o Terminal Petroleiro e a expansão continuou a verificar-se para a parte interior da bacia e para o interior do rio. Finalmente, efetuou-se uma reconfiguração no molhe sul para implantação do Terminal de Cruzeiros e utilizou-se a solução de avanço para o plano de água, a fim de construir o Terminal Multiusos. A última proposta de intervenção, ainda em discussão, consiste na extensão do quebramar, com vista a melhorar as condições de acesso ao canal de aproximação da bacia portuária.

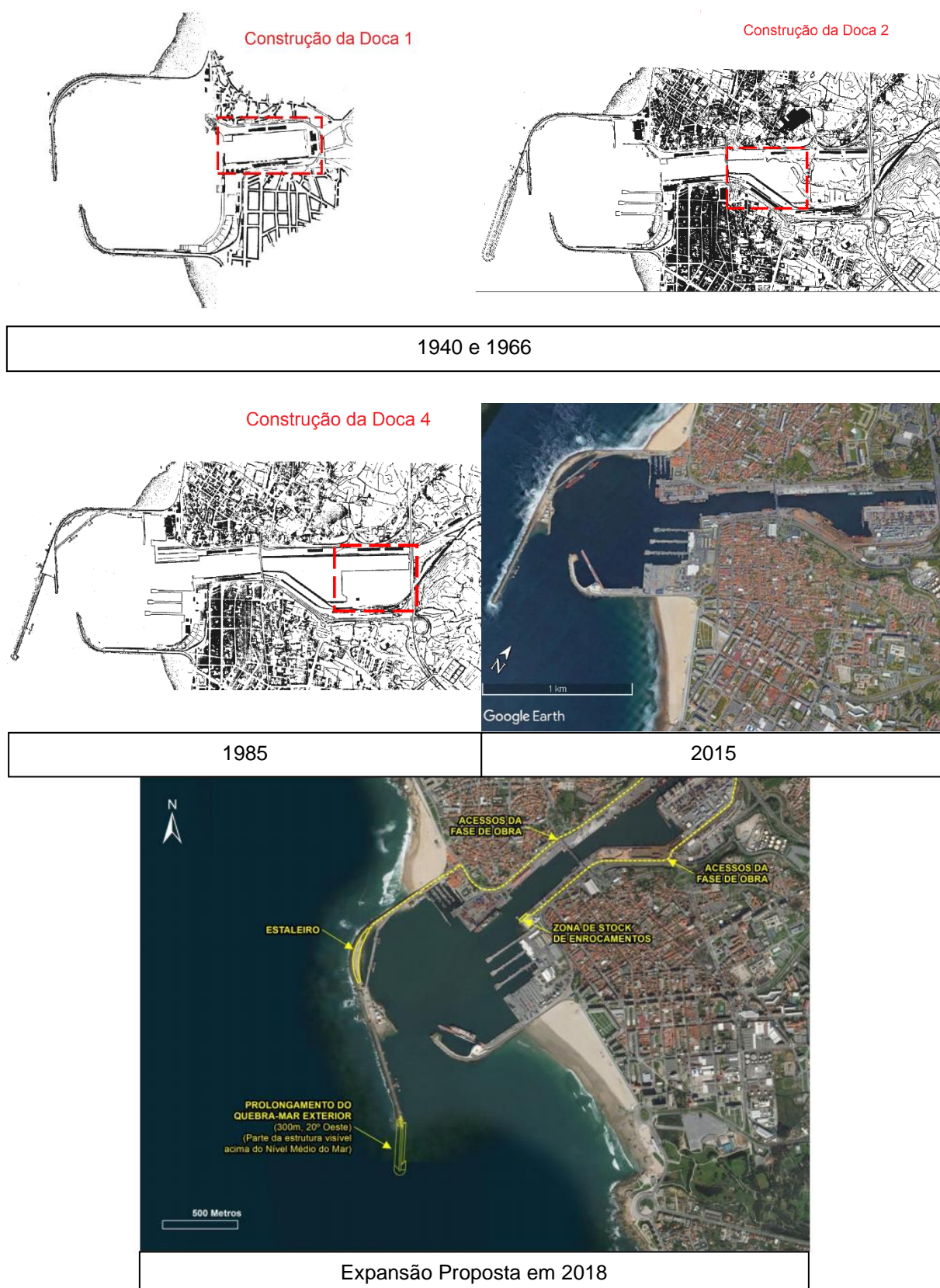


Figura 81 – Evolução do Porto de Leixões – Fonte: Adaptado APDL, 2015 ; Google Earth, 2018; Nemus, 2018

5.5.4. EVOLUÇÃO DO PORTO DA FIGUEIRA DA FOZ, PORTUGAL

O Porto da Figueira Foz, situado na costa Oeste de Portugal, na embocadura do rio Mondego, foi alvo de uma intervenção de prolongamento do quebramar Norte, por volta de 2013. Os objetivos da intervenção eram fornecer uma maior fiabilidade e regularidade nos serviços portuários; contribuir para a fixação e captação de serviços e incluía também a dragagem de estabelecimento de um canal de navegação com início na nova cabeça do quebramar. Estes planos consistiam em reduzir o assoreamento do canal de acesso ao porto, que traz consequências nas condições de navegação, e em melhorar as condições de acesso ao porto, passando de calados entre 5 a 5.5 m para, aproximadamente, 6.5 m. Contudo, a possibilidade de degradação da qualidade dos sedimentos, da água e de retenção de areia, na parte superior, foram identificados como potenciais problemas, antes da execução do quebramar. A solução consistiu no prolongamento do quebramar existente, utilizando um quebramar de taludes. O alinhamento do mesmo decorre dos rumos da ondulação predominante, mas, à data, detetou-se que a possível retenção de areias poderia provocar o assoreamento do canal devido ao transporte eólico das mesmas, na parte Norte. Na parte sul, identificou-se a continuação do processo erosivo devido à barreira que esta constitui no transporte de sedimentos de Norte para Sul (Correia, 2009).



Figura 82 - Evolução do Porto entre 2003 e 2015 – Fonte: Google Earth, 2018

5.5.5.EVOLUÇÃO DO PORTO DE AVEIRO, PORTUGAL

O Porto de Aveiro situa-se na ria de Aveiro, na barra da costa oeste de Portugal. Trata-se de um porto com quebra-mares e, ao longo da sua história, sofreu diversas expansões para implantação de novos terminais. Estes quebra-mares não são utilizados para terminais, foram implantados com o objetivo de melhorar a acessibilidade ao porto. A evolução do mesmo está relacionada com a obra de abertura da Barra de Aveiro, captando indústrias relevantes para esta região. O porto começou por instalar-se na zona interior da ria, evoluindo no sentido do mar. Em 1974, a Junta Autónoma do Porto de Aveiro decidiu transferir os terminais portuários para perto da abertura da Barra(www.portodeaveiro.pt).

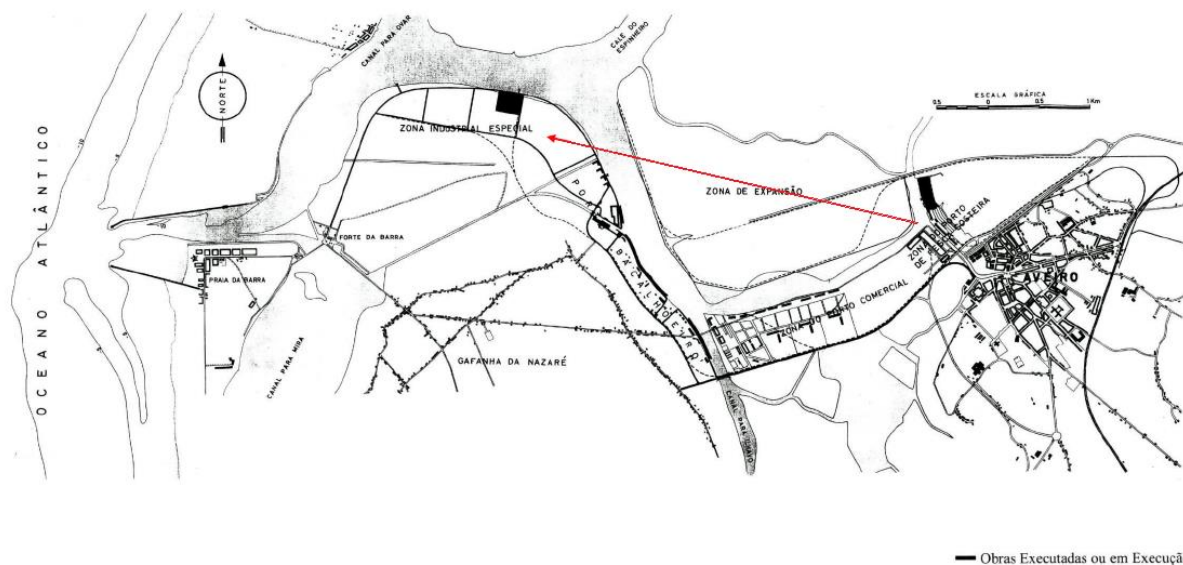


Figura 83 – Expansão do Porto de Aveiro - Fonte: Adaptado Ministério das Obras Públicas, 1959



Figura 84 – Planta atual do Porto de Aveiro - Fonte: Adaptado portodeaveiro.pt

No século XX, o porto começou por construir pontes-cais para fins de pesca, mas, a partir de 1950, o porto movimentava diversas mercadorias como pasta de papel, toros de madeira, telhas cerâmicas de indústrias locais, entre outras. A partir daí, surgem novos terminais como o petroquímico, em 1957, seguido do terminal sul, para exportação da pasta de papel, em 1959, do terminal Norte, em 1985, e do terminal de graneis sólidos, em 2003. Para além de várias obras de dragagens e aprofundamento de alguns cais e do canal de acesso, este porto também prolongou e reabilitou o quebramar norte, junto ao canal de acesso, devido à necessidade de permitir a receção de navios com maiores calados (Porto de Aveiro, 2009).

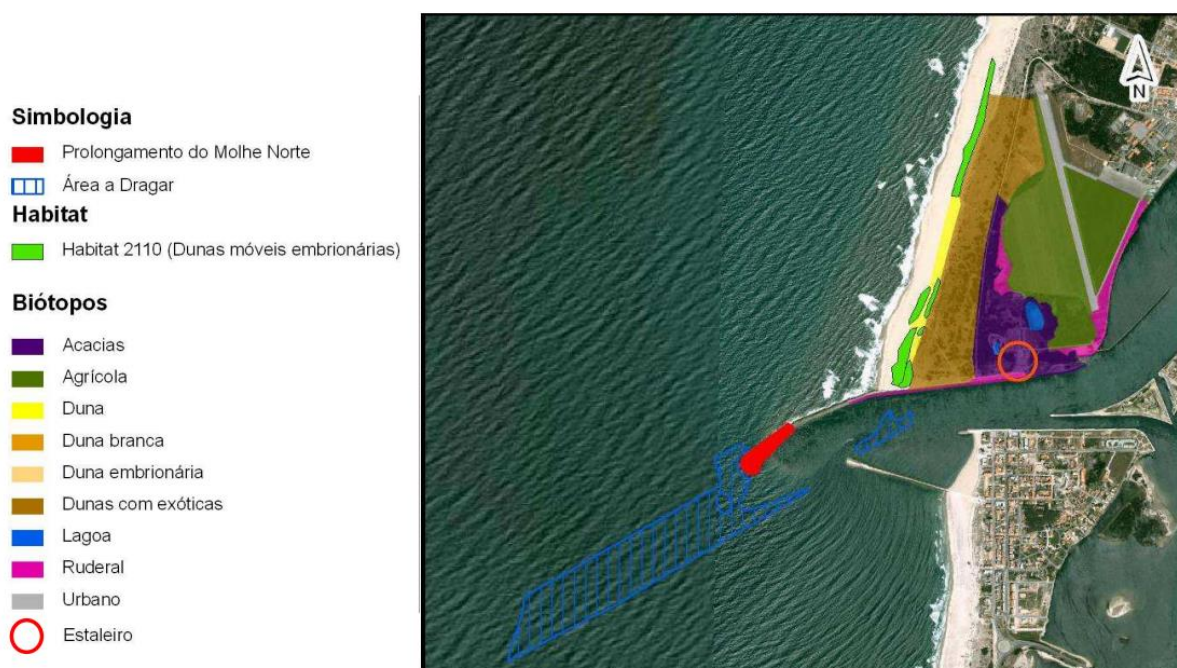


Figura 85 - Proposta para expansão do quebramar Norte do Porto de Aveiro, dragagem do canal de acesso e Biótopos- Fonte: Atkins, 2009

O objetivo desta intervenção, apresentada na Figura 85, era permitir o acesso de navios de grande porte, visto que o acesso marítimo era deficitário e reduzia o potencial do porto. Como consequência do prolongamento do quebramar, o canal de navegação também teve uma nova orientação, e assim levou a um aumento da profundidade deste novo canal. Neste momento, graças à acumulação de areias, existe uma vasta praia e um campo lagunar com estatuto de proteção, onde existem biótopos assinalados e o Habitat 2010. A sotamar, é notória a pequena largura da praia e esses biótopos não estão assinalados.

5.5.6.EVOLUÇÃO DO PORTO DE VIGO, ESPANHA

A Ria de Vigo desde sempre foi um local natural abrigado, essencial para o desenvolvimento da cidade e para a sua ligação ao Oceano Atlântico. Este porto foi implantado numa zona com uma configuração semelhante à de uma baía. Durante a Idade Média, desenvolveu-se o primeiro tecido urbano à volta da localização atual do porto. Depois, no século XVIII, novas oportunidades de trocas comerciais promoveram o desenvolvimento industrial da cidade e das atividades piscatórias devido à riqueza natural do estuário para pesca. No início do século XX, o desenvolvimento de linhas de caminhos-de-ferro no porto levou a que se executassem diversas obras para expansão e otimização da área portuária, propostas pelo Engenheiro Eduardo Cabello e apresentadas na Figura 86, tendo-se realizado algumas obras constantes desse plano como, por exemplo, as do molhe transversal(www.apvigo.es)

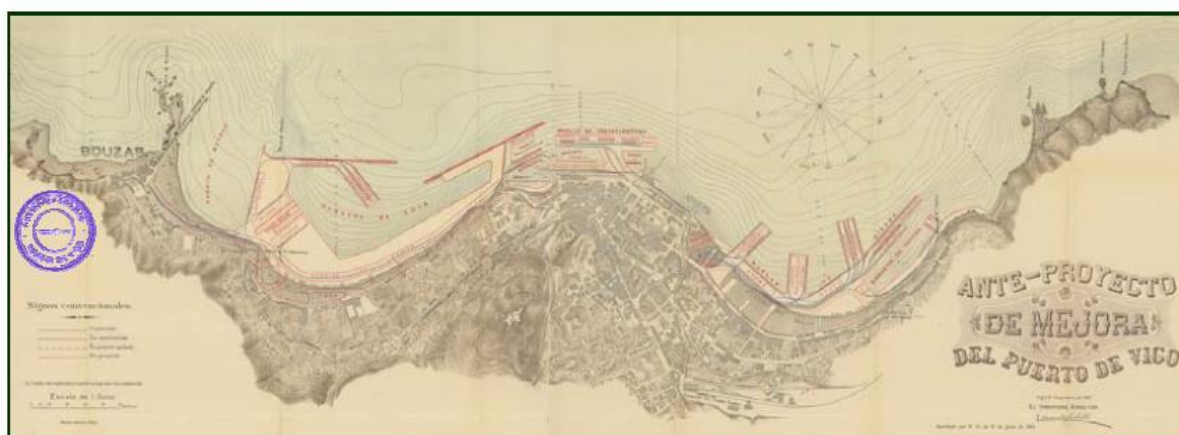


Figura 86- Anteprojeto para ampliação do porto de Vigo em 1913 - Fonte: APV, 2014

Esse plano, apresentado na Figura 86, contemplava a criação de novas docas e a ampliação do porto para o plano de água, bem com uma melhor organização espacial dos serviços portuários. Durante os anos 60 do século XX, com o desenvolvimento da indústria automóvel nesta região, o Porto de Vigo tornou-se num dos portos mais importantes de Espanha, na troca de carga Ro-Ro(www.apvigo.es).



Figura 87 – Evolução da área portuária de Vigo entre 1984 e 2017 – Fonte: Google Earth, 2018

Conforme é possível verificar na Figura 87, a expansão adotada no Porto de Vigo, limitado por áreas urbanas, consistiu num avanço para o plano de água, na sua deslocalização para águas mais profundas, a fim de permitir a construção de novos terminais. Conseguiu-se, assim, um aumento da área portuária, bem como o do comprimento do cais de acostagem, nos terminais.

5.5.7.EXPANSÃO DO PORTO NA LAGOA DE VENEZA

A Lagoa de Veneza está ligada ao mar Adriático por três rias, que dividem o sistema de barreira de ilhas e praias de areia. Estas estreitas faixas de areia estendem-se por volta de 40 Km e constituem uma barreira natural vital para defender a integridade física da lagoa, e até mesmo do ponto de vista de defesa militar. Apesar dos esforços para proteger estes elementos, tem-se verificado a erosão progressiva da costa, a partir do momento em que foi desviado o rio, com o objetivo de evitar a deposição de sedimentos na lagoa, e após a construção de molhes, que visavam facilitar a navegação. A proteção da Lagoa de Veneza é essencial para a vida dos habitantes desta cidade, e constitui a entrada exterior para os navios acederem aos portos locais. Desde o século XIII, foram publicadas medidas regulamentares ambientais para preservar as defesas litorais, tais como proibir a circulação de gado, a remoção de areia, de

vegetação ou de outros materiais com utilidade de proteção costeira. O típico quebramar do século XVII era constituído por filas de vedações longitudinais de estacas de madeira; meias cravadas no solo, ao longo do talude e na risberma, que continha algumas camadas de pedra. Finalmente, por volta de 1740, foi construído um quebramar monolítico, projetado pelo matemático B. Zendrini, que se mantém até aos dias de hoje. Este é composto por uma superfície regular de suportado na risberma e, no topo, é constituído por paredes maciças. Esta estrutura tem sido reabilitada no decorrer dos anos (Franco e Tomasicchio, 1993).



Figura 88 – Lagoa de Veneza – Fonte: Adaptado Google Earth, 2018

Ao longo da barreira natural, existem diversas estruturas para a proteção da mesma como, por exemplo, esporões, diques e quebramares, nos diversos canais de acesso ao interior da lagoa, e existem vários projetos bastante discutidos como o sistema de prevenção de inundações *M.O.S.E.*.

Por volta de 2015, as autoridades responsáveis impuseram medidas restritivas de circulação de navios de grande dimensão, de modo a proteger a integridade da lagoa, com especial foco para navios de cruzeiro, limitando o tipo de embarcações que poderiam circular nos canais da cidade e da lagoa, condicionando, assim, o crescimento e a competitividade do porto (www.telegraph.co.uk).

Assim, no início de 2017, o Presidente da Autoridade Portuária de Veneza assinou o contrato definitivo para a construção da plataforma *offshore*, na parte exterior da lagoa, com o objetivo de resolver as dificuldades de acessibilidade ao porto sem recorrer a dragagens, juntamente com a necessidade do porto permanecer competitivo em vários níveis distintos (<http://live.comune.venezia.it>).

Este projeto consiste na construção de um terminal *hub offshore*, para carga contentorizada e produtos petrolíferos, implantado num local onde as profundidades naturais atingem os 20 m, mais profundas do que na parte interior da lagoa, e o terminal *onshore*, para terminal de contentores e transferência de navios. O transporte de mercadorias por barcas semi-submersíveis fará a ligação entre o terminal *offshore* e o *onshore*. Prevê-se que outros planos, em complementaridade com esta obra, consigam reduzir o tempo de entrega da mercadoria de Veneza até aos países da Europa Central e de Leste.

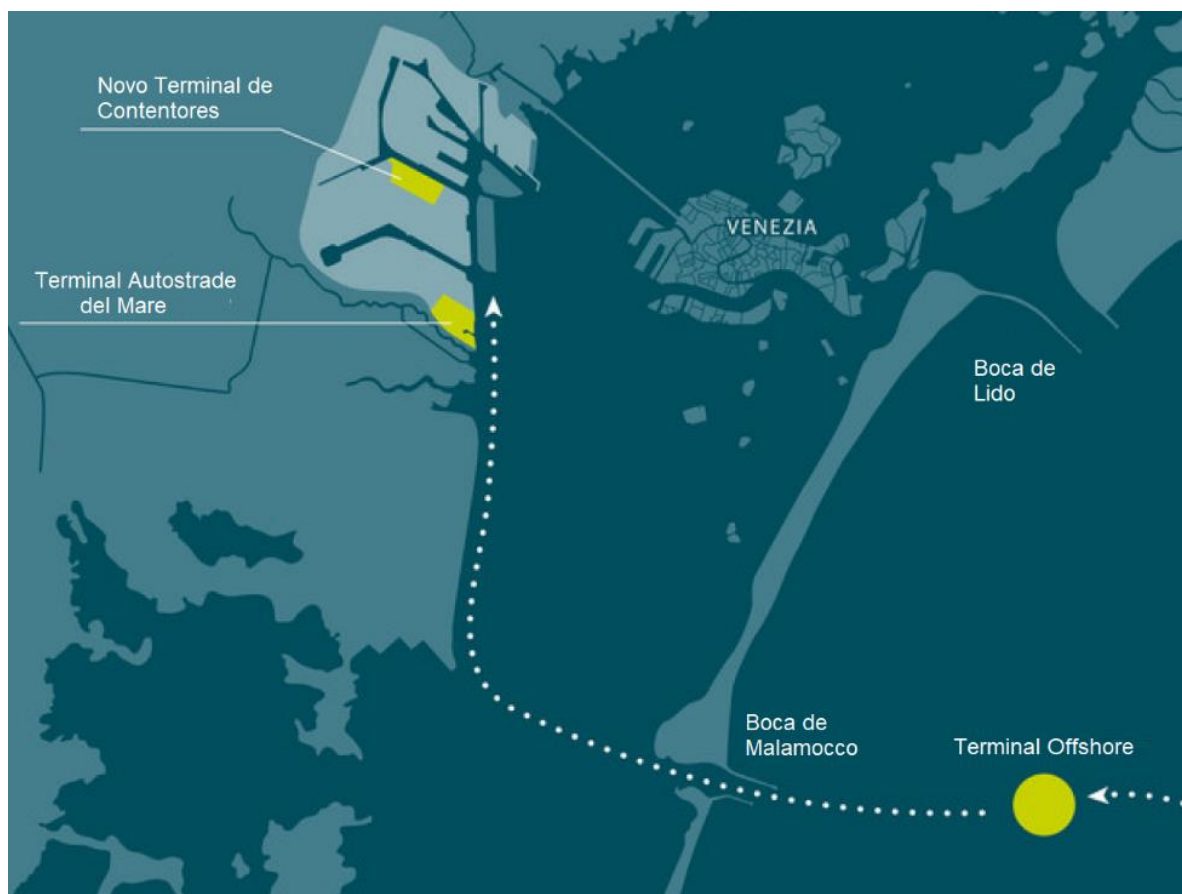


Figura 89 – Localização do Terminal Offshore - Fonte: Adaptado <http://dstandish.com>

Com este projeto, o porto ficará dotado com características para poder receber navios porta contentores com maior calado e com uma maior capacidade no terminal, conseguindo receber os navios-tanque petrolíferos, cuja sua circulação é proibida dentro da lagoa. Este projeto ainda contempla a construção de um quebramar, com cerca de 4,2 Km, na parte *offshore*. O seu objetivo é evitar recorrer a dragagens na lagoa, para permitir a circulação de navios de grande calado. Para tal, a localização do novo terminal encontra-se a grande profundidade, permitindo, assim, que a carga seja distribuída para barças semi-submersíveis e seja transportada, na lagoa, por estas embarcações de menor calado. O maior desafio identificado será o modo de gerir o pouco espaço de armazenamento *offshore*, pois isso limita a capacidade de armazenagem e o número de equipamentos de cais a implantar sem criar congestionamentos nem conflitos que poderão reduzir a produtividade do terminal (Royal HaskoningDHV, sem data).

5.6. EVOLUÇÃO DE PORTOS EM BAÍAS

Muitos dos portos optaram por se implantar em baías devido às condições de agitação ao largo, por conseguinte pretende-se, neste tópico, mostrar exemplos de alguns portos implantados nestes locais, referindo parte da sua evolução.

5.6.1. PORTO DO RIO DE JANEIRO NA BAÍA DE GUANABARA

A Baía de Guanabara é caracterizada como um estuário, devido ao facto de ser um ambiente onde ocorre a mistura de água salgada e água doce, onde existem diversas ilhas quer no interior da baía, quer na parte exterior (Burton, 1976).

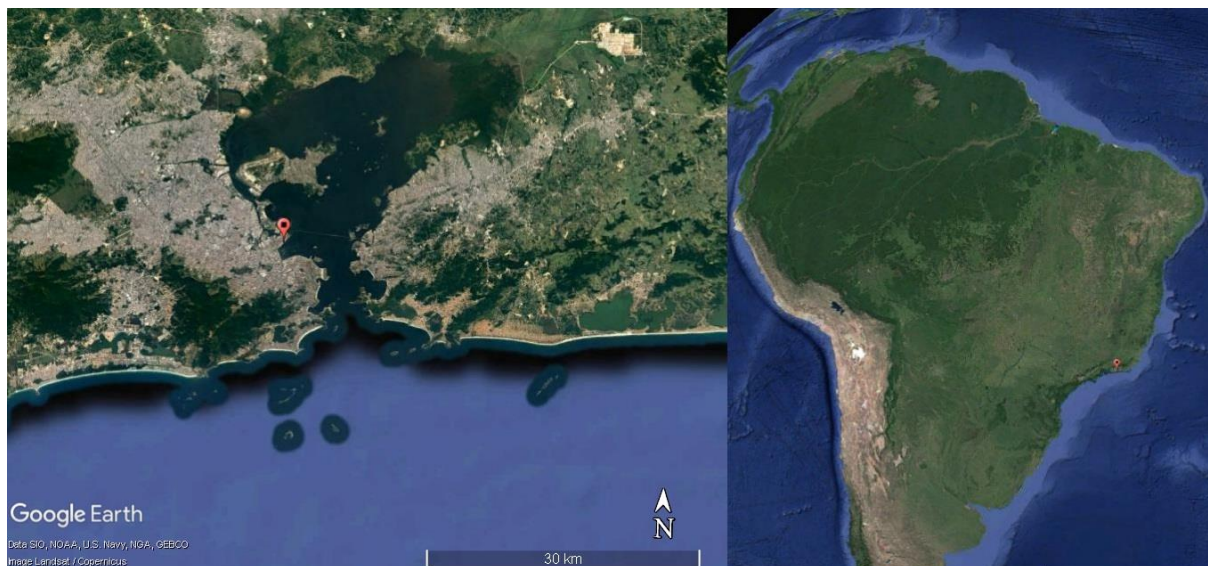


Figura 90 – Localização do Porto do Rio de Janeiro na Baía de Guanabara – Fonte: Google Earth, 2018

Esta baía é bastante rica em biodiversidade e a constituição dos seus solos é predominantemente composta por siltes, argilas e areia fina, a Norte da Ponte Rio, e por areias médias e finas, a Sul da mesma. Esta tem diversas ilhas, na sua parte interior e exterior, bem como um banco arenoso com a forma de um delta. Nas partes central e do sul, a baía apresenta grandes profundidades naturais e o canal, à medida que avança para a zona central, torna-se mais largo e com menores profundidades, o que dificulta a acessibilidade de navios de grandes dimensões. Assim, no final de 2017, o Governo brasileiro anunciou a obra de ampliação de acesso ao porto, a fim de permitir a receção de navios com um calado de 14,3 m relativamente aos existentes de 12,6 m, bem como a concessão de dois terminais que serão melhorados.

A área portuária tem sido alvo de planos de revitalização desde os anos 80, com o objetivo estratégico de estabelecer uma melhor organização espacial e de usar o solo para um melhor desempenho económico e de produtividade. O porto sofreu uma reformulação na rede viária que apenas pensou o seu espaço para a sua função, e não de utilização, nunca tendo sido desligada a área portuária do resto da cidade, a qual tem problemas graves de acessibilidades aos portos. No final dos anos 90, surgiram projetos para a regeneração das áreas circundantes do porto; de expansão, requalificação e reorganização da área portuária, incluindo cais, armazéns e aumento do terrapleno em direção ao plano de água (Azevedo e Pio, 2016).

A expansão do porto, devido ao clima de agitação local, não consistiu na expansão ou construção de quebra-mares, mas sim numa reformulação da organização espacial e melhoria das áreas terrestres do porto e dos seus armazéns. Consistiu, também, na expansão da área de terraplenos disponível, realizada através de um avanço para o plano de água, relativamente à principal área existente, e que está, em parte, representada na Figura 91.



Figura 91 – Requalificação e ampliação dos Terminais Ro-Ro e de Contentores – Fonte: Google Earth, 2018

A requalificação do terminal Ro-Ro consistiu numa redução da área de armazenamento de cargas rolantes, na redução do comprimento de cais, numa extensão do terraplino para o plano de água, conseguindo um aprofundamento do cais dos -12 m ao Z.H. para os -15 m ao Z.H.. Como solução para a redução de área de armazenamento a céu aberto, construíram um edifício destinado a um parque de estacionamento. Relativamente ao terminal de contentores, aumentou a sua área de terraplino, de comprimento de cais de acostagem, para uma zona do antigo terminal Ro-Ro, e também através de um avanço para o plano de água. Para além do aumento de área total do terminal de contentores, também aprofundaram o cais de acostagem dos -12 m ao Z.H. para os -15 m ao Z.H.. Além disso, instalaram um maior número de equipamentos de cais e substituíram alguns. A reorganização espacial consistiu num aumento de área de *apron*, na área de armazenagem, e de circulação interna, bem como na distribuição racional dos diferentes elementos que não estavam na situação ideal.

5.6.2. PORTO DE ALGECIRAS

Localizado na Baía de Algeciras, no sul de Espanha, no Estreito de Gibraltar, com ligação ao Oceano Atlântico e ao Mar Mediterrâneo, é um dos portos mais importantes a nível mundial devido à sua localização e às condições naturais do porto, que fornecem abrigo a várias infraestruturas portuárias. Em geral, o solo, na baía de Algeciras, é composto por um substrato terciário com boa capacidade de suporte, com camadas de areias subjacentes, com pouca espessura (de 1 a 2 m). Contudo, existem zonas paleoleitos de rios com maior espessura (até 35 m), onde se podem encontrar camadas de sedimentos argilosos altamente compressíveis (Jiménez e Pérez, 2012).

Construído por volta de 1906, este porto já foi alvo de diversas expansões e é, atualmente, um porto *hub*. Enumeram-se, a seguir, algumas das principais intervenções:

- 1906 – Construção do porto;
- 1913 – Construção do Cais Alfonso XIII (La Galera);
- 1921 – Construção da Doca Norte;
- 1986 – Expansão do terminal de contentores Norte (Cais João Carlos I);
- 1995 – Início da construção da Plataforma de contentores “Terminal 2000”, Cais João Carlos I, extensão do quebramar Engenheiro Castor R. del Valle e da ponte rodoviária;
- 2012 – Expansão do terminal de contentores da Ilha Verde e construção do quebramar destacado e estação ferroviária (Acosta *et al*, 2006).

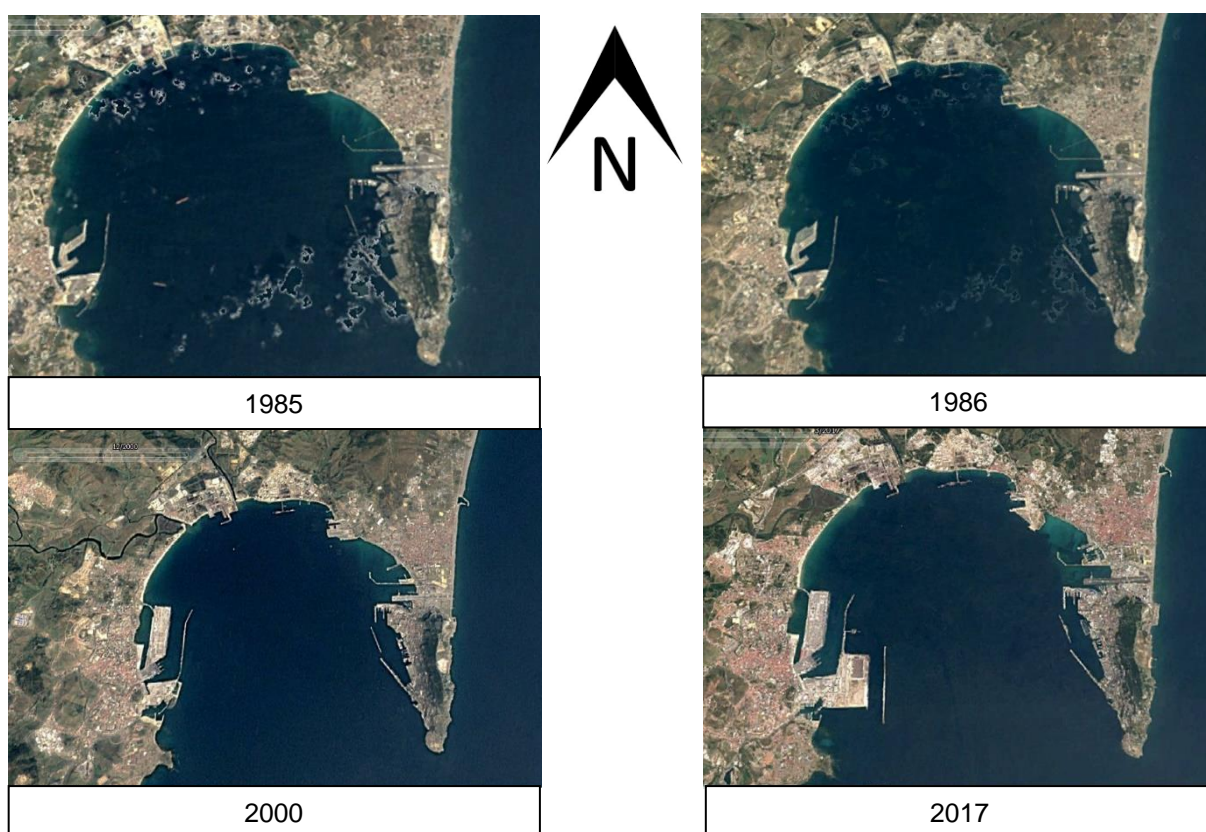


Figura 92 – Evolução do Porto de Algeciras de 1986 a 2017 – Fonte: Google Earth, 2018

Devido à falta de melhores elementos sobre a evolução do porto, utilizou-se para tal a ferramenta do Google Earth. Pretende-se evidenciar as principais transformações neste porto, nomeadamente com

recurso à construção e ao prolongamento de quebramares, de forma a criar condições adequadas para a receção de navios de última geração. O clima de agitação local é bastante diferente do clima de agitação de um porto implantado no Oceano Atlântico, por exemplo. A natureza dos fundos, juntamente com o clima de agitação, faz com que a solução do quebramar destacado tenha sido uma opção adequada e viável.

Em 1986, a empresa concessionária do terminal de contentores expandiu o mesmo, mas, durante o final dos anos 90, o porto registou aumentos no volume de carga movimentada, nomeadamente a carga contentorizada cuja taxa de crescimento chegou a atingir valores próximos de 18%, graças à sua localização estratégica. Por volta do ano 2000, acabaram a expansão do Terminal de Contentores do Cais João Carlos I, como é possível observar na seguinte Figura 93(Jiménez e Pérez, 2012).



Figura 93 - Baía de Algeciras em 2016 - Fonte: APBA, 2017

Este porto foi alvo de uma intervenção para ampliar a área de terrapleno disponível, no âmbito dos planos de expansão (*MasterPlan*), devido aos sinais de congestionamento porque não possuía espaço necessário. No âmbito desta intervenção, o quebramar existente foi prolongado e foi implantada uma ponte para o tráfego rodoviário. Por volta do ano 2008, o Terminal de Contentores do Cais João Carlos I tinha alcançado a sua capacidade máxima, movimentando um total de 3,4 milhões de TEU's. Por isso, foi necessário criar outro cais para este fim e, em 2016, o Porto de Algeciras movimentou 4,7 milhões de TEU'S. Assim, levaram a cabo a construção e reconstrução de diferentes cais, a construção de um quebramar destacado para abrigar a parte exterior do Terminal de Contentores da agitação marítima, e a construção de uma estação ferroviária para movimentar a carga para fora da área portuária. O facto da bacia de manobras ter apenas uma largura de 400 m era uma desvantagem para o porto e, de forma a potenciar o investimento efetuado, optaram por construir o quebramar destacado, após estudos em modelos numéricos(Jiménez e Pérez, 2012).

5.6.2.1. Quebramar Destacado

Neste porto, recorreu-se à utilização de um quebramar destacado para melhoria das condições de navegabilidade na parte interior do mesmo, com acesso ao terminal de contentores. A configuração, a forma, a direção e o número de quebramares utilizados neste local são justificados devido aos rumos da agitação marítima apresentados na Figura 94. Visto tratar-se de um local onde a Hs é relativamente baixa, a solução de um quebramar destacado é uma opção viável.

STORM CONDITIONS

Maximum significant wave height (H_s max)	4.2
H_s max-related period (T_p)	9.0
H_s max-related average direction source (D_{av})	88

(-5.033° E; 36.267° N; DEPH= 530 m)

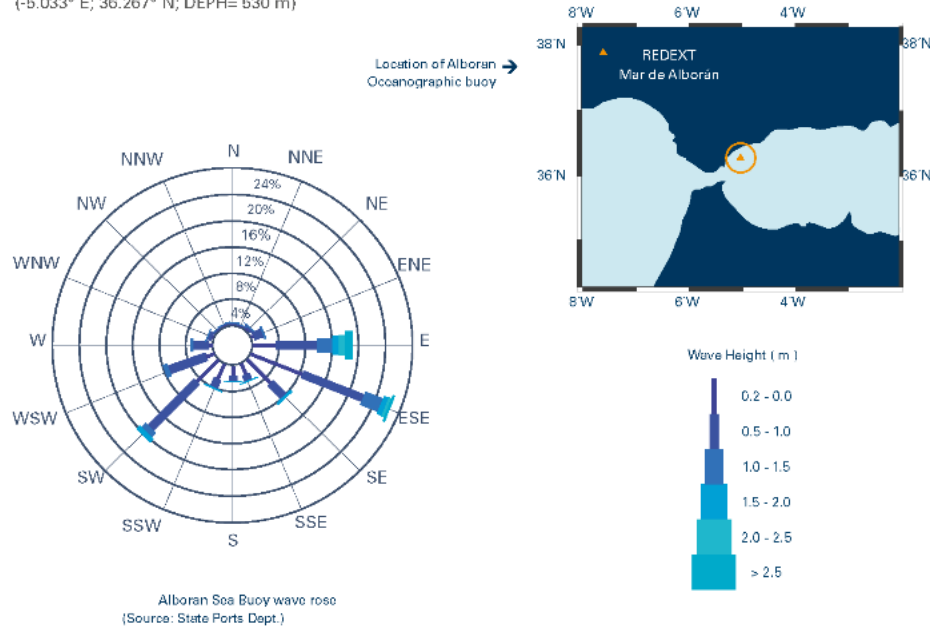


Figura 94 - Condições de tempestade - Fonte: APBA, 2015

O principal objetivo desta estrutura era fornecer as condições adequadas de agitação para os navios acostarem nos novos terminais da Ilha Verde. O quebramar destacado foi projetado como uma estrutura gravítica, construída com caixões celulares de betão armado, suportados por um prisma de fundação. Este está disposto num único alinhamento reto, perpendicular a Este, onde a profundidade do fundo variava entre os -43 m ao Z.H. e os -28 m ao Z.H. na parte mais a sul. Devido a estas profundidades, os caixões foram projetados para atingir 34,5 m de altura, sendo assim mais alta a estrutura flutuante alguma vez construída em Espanha (Jiménez e Pérez, 2012).

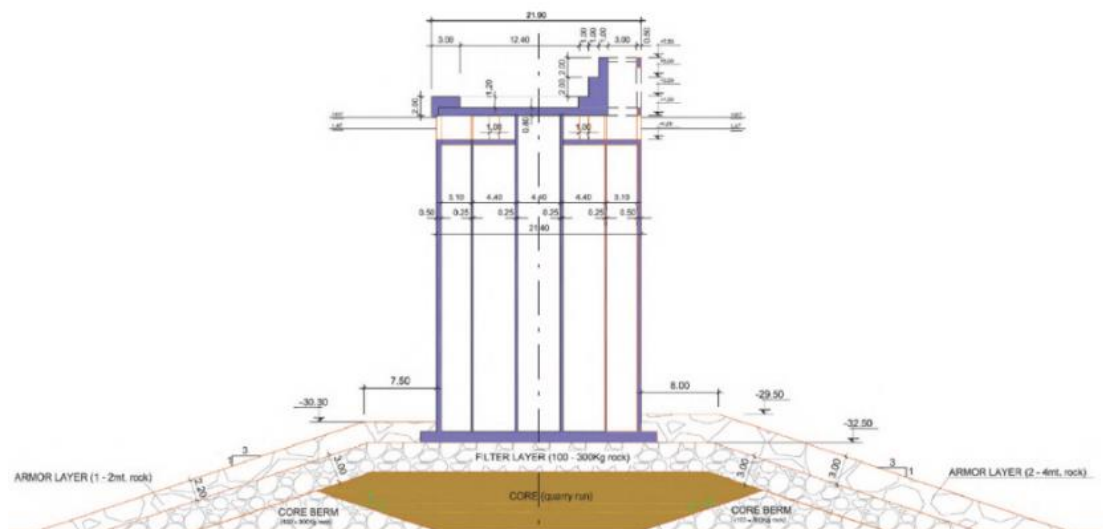


Figura 95 – Perfil Transversal do Quebramar Destacado - Fonte: Jiménez e Pérez, 2012

5.6.3. PORTO DE SINES

O Porto de Sines, a sul de Lisboa e com ligação ao Oceano Atlântico, graças às suas características naturais, é um amplo porto de águas profundas e com excelentes condições de acesso marítimo. Estas características dispensam operações de dragagem em alguns locais, uma vez que os fundos, em rocha natural, podem atingir os 28 metros ao Z.H.. Construído numa baía, este porto já foi alvo de diversas expansões e, a seguir, apresentam-se algumas das principais intervenções, realizadas ao longo dos anos, neste porto:

- 1973 – Início da construção do porto;
- 1981 – Inauguração do Terminal Petroquímico;
- 1992 – Inauguração do Terminal Multipurpose para Carvão e Graneis Sólidos;
- 2003 – Entrada em funcionamento do Terminal de Gás Natural Liquefeito (LNG) e do Terminal de Contentores XXI;
- 2012 – Expansão do quebramar;
- 2014 – Expansão do Terminal de Contentores XXI.

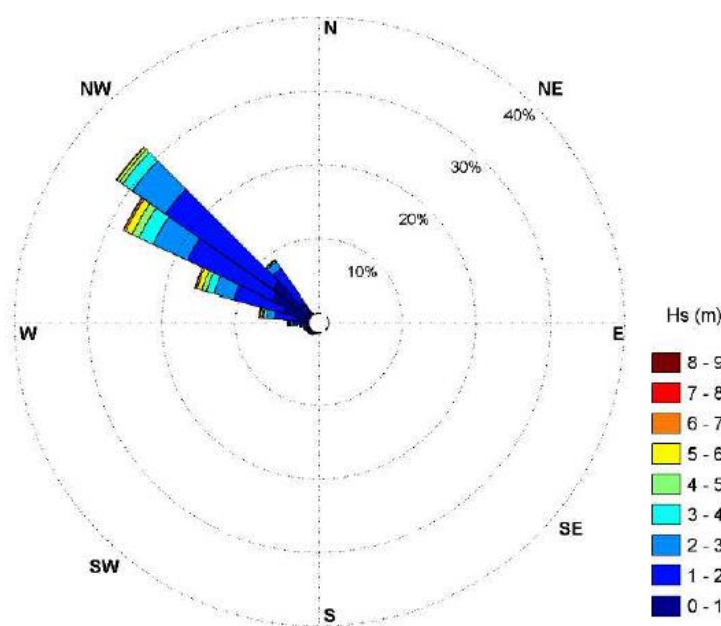


Figura 96 - Caracterização da agitação ao largo de Sines - Fonte: Nemus, 2014

A costa ocidental de Portugal está exposta à ondulação gerada no Oceano Atlântico Norte. Assim, tendo em consideração a caracterização da agitação na Figura 96, numa primeira fase, o porto possuía um quebramar onde se localizava o terminal Petroquímico. Depois, recorreu-se à construção de outro quebramar para instalar o terminal LNG e melhorar as condições de navegabilidade para o acesso ao terminal multiusos (*Multipurpose*). Desde aí, a construção de quebramares, neste porto, visou apenas melhorar as condições de navegabilidade para as futuras expansões previstas no terminal de contentores, cuja solução consistiu num avanço para o plano de água. Dadas as características naturais do local e a área disponível, este porto possui um potencial de expansão considerável.

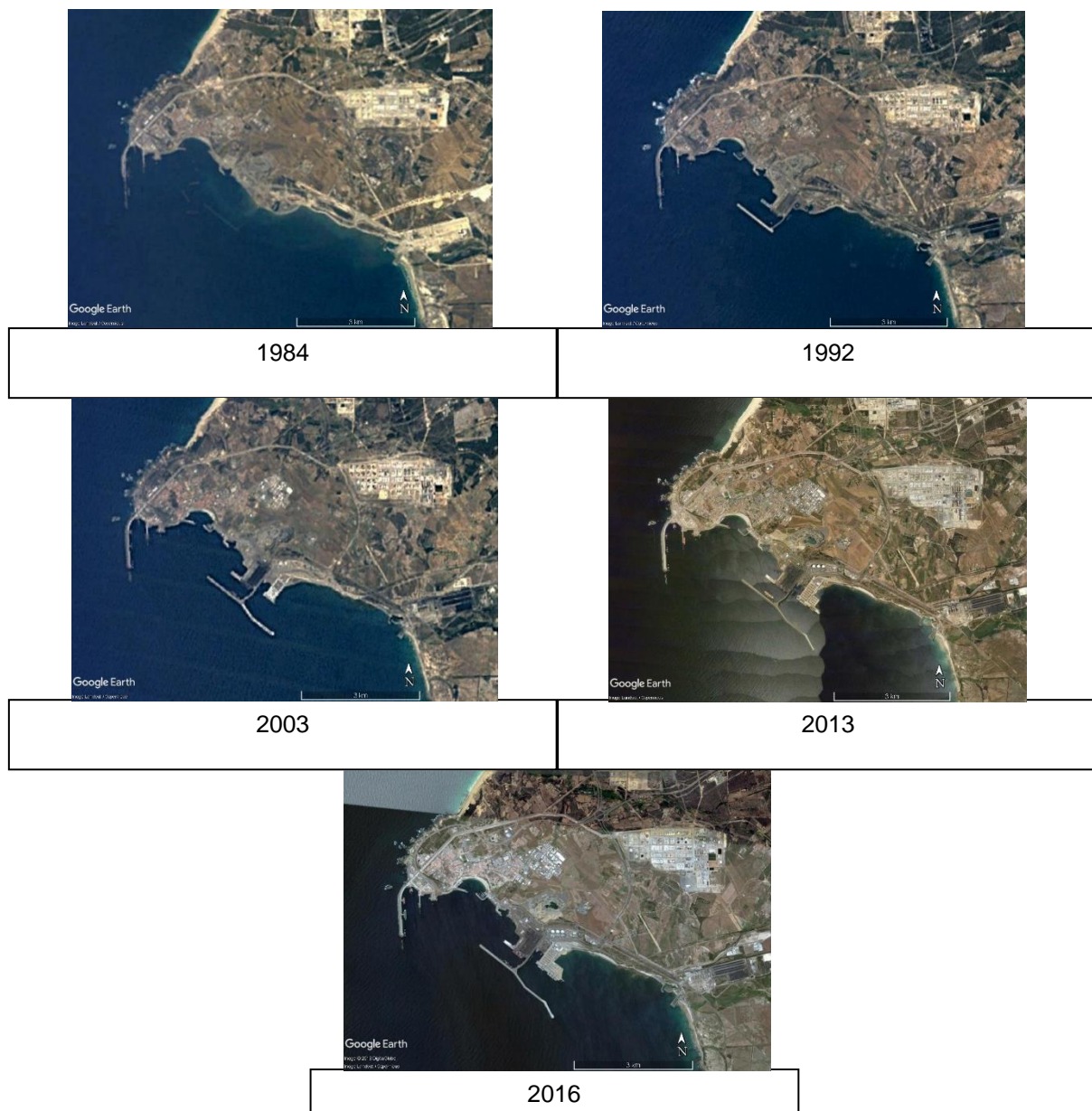


Figura 97 – Evolução do Porto de Sines – Fonte: Google Earth, 2018

É importante referir que a DIA aprovou a expansão do terminal, mas salientou que a criação desta infraestrutura irá acabar com as ondas para a prática de surf na praia de São Torpes.

5.7.EVOLUÇÃO DE PORTOS EM RESTINGAS

Alguns portos optaram por construir as suas instalações perto de restingas, com o intuito de tirar partido das condições de abrigo naturais do local, sem terem necessidade de utilização de quebramares. Porém, os maiores problemas destes locais estão ligados à falta de profundidades e a questões relacionadas com a constituição dos fundos.

5.7.1. PORTO DE ITAGUAÍ, RIO DE JANEIRO, BRASIL

O Porto de Itaguaí, situado na restinga de Marambaia, que possui diversas ilhas entre a restinga e a área terrestre, foi estrategicamente implementado num ponto singular do continente sul-americano, numa região muito produtiva. Com o objetivo de tirar partido das condições de abrigo naturais do local, este porto não tem necessidade de utilização de quebramares.



Figura 98 - Localização do Porto de Itaguaí - Fonte: Adaptado: Google Earth, 2018

Este porto já foi alvo de diversas expansões e, atualmente, está principalmente vocacionado para o transporte de mercadorias como graneis sólidos e contentores.

5.7.2. PORTO DE LOBITO, ANGOLA

O Porto de Lobito, na baía de Lobito, em Angola, é outro exemplo de um porto implantado numa restinga. Este está implantado perto da restinga devido à proteção natural da agitação que esta fornece. O porto expandiu-se para uma zona mais profunda na parte central e perto de entrada da baía com o objetivo de dispor de profundidades maiores nos cais de acostagem, para a receção de navios.



Figura 99 – Evolução do Porto de Lobito entre 2004 e 2017 – Fonte: Google Earth, 2018

O projeto de ampliação, com início no ano de 2008, prevê um comprimento de acostagem de 7,8 Km, e uma profundidade de 14,7 m, no terminal de contentores.

5.7.3. EVOLUÇÃO DO PORTO DE LUANDA, ANGOLA

O Porto de Luanda, situado na baía de Luanda, já foi alvo de diversas expansões e reabilitações desde a sua construção bem como da criação de novos terminais. No ano de 2003, foi aprovado, em Conselho de Ministros, a alteração do *layout* do porto que também contemplava a construção de três dos seis terminais, de carga geral, polivalente e de contentores. Desde aí, nesta baía, também implantaram um porto náutico para embarcações de recreio assim como uma marina, ambos implantados na parte interior da faixa da restinga. A reconfiguração do porto consistiu também num aumento de área portuária para o plano aquático, conseguindo profundidades naturais mais elevadas. Em 1995, as autoridades portuárias cederam uma parte da área para construir e explorar uma base de apoio à indústria petrolífera, que contribuiu significativamente para o desenvolvimento da economia angolana. Contribuiu, ainda, para a reconfiguração do porto, sendo que o terminal para produtos petrolíferos foi melhorado e implantado num local bastante próximo da refinaria.

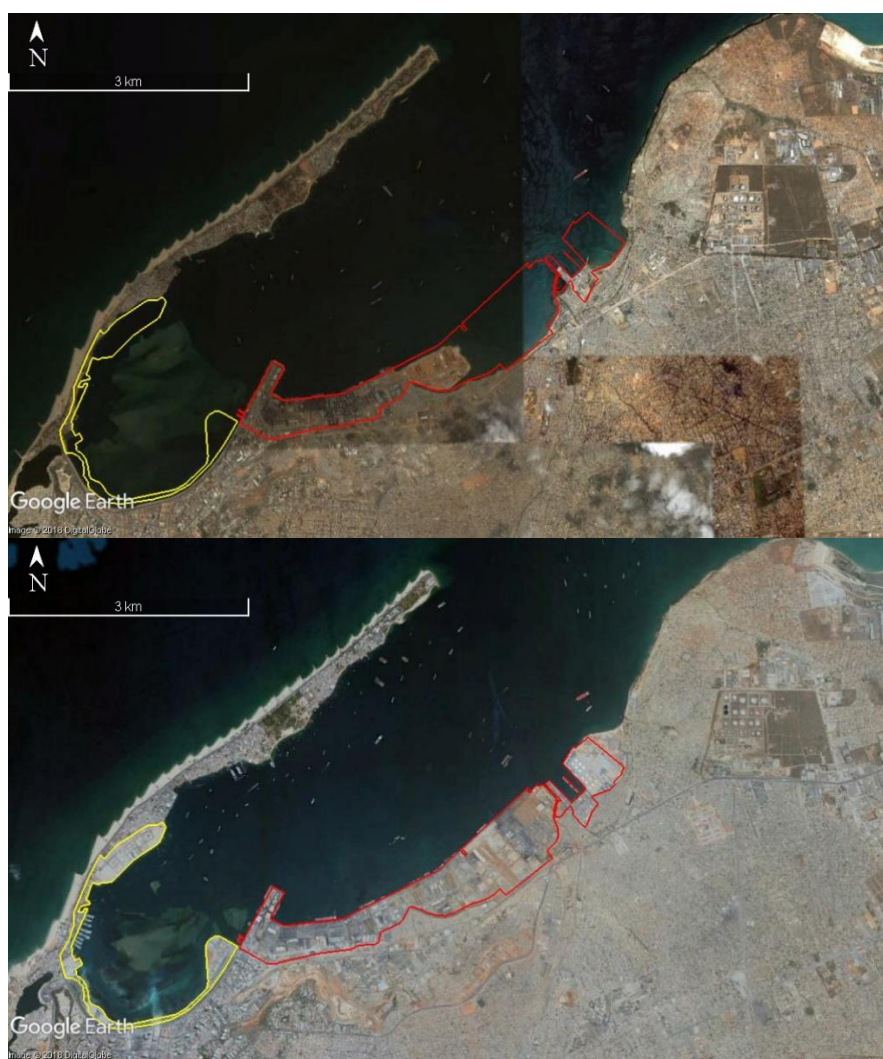


Figura 100 - Evolução do Porto de Luanda entre 2004 e 2018 - Fonte: Google Earth, 2018

Na Figura 100 é visível a expansão da área portuária para a parte interior de baía, com vista à a construção dos diversos terminais. No entanto, há aspetos que ainda têm de ser melhorados, nomeadamente ao nível de acessibilidades ao porto e na organização da área urbana que rodeia o porto. Contudo, esta expansão para o interior da baía traz problemas ao nível de assoreamento.

5.8.CONSTRUÇÃO DE NOVOS PORTOS

Evidenciada a necessidade de dotar alguns portos antigos com maiores áreas para expansão, de lhes proporcionar condições adequadas para um crescimento racional e um grau de eficiência elevado, poderão tomar-se decisões no sentido de se construírem novos portos. Trata-se de um processo longo, com diversos estudos de várias alternativas para a escolha da sua localização, que podem não ser bem recebidas por parte da população. Para isso, as principais características naturais pretendidas para o novo local de implantação são: a constituição ou o tipo de fundos, pois estes poderão estar sujeitos a erosões localizadas; grandes profundidades naturais; agitação marítima; influência de correntes. Em suma, terá de ser feita uma avaliação dos impactes ambientais e respetivas medidas de mitigação, e, obviamente, de custos das diversas alternativas.

5.8.1.NOVO PORTO DA CORUNHA

O antigo Porto da Corunha estava implantado muito perto do centro da cidade e, ao longo dos anos, ocorreram diversos embates de embarcações no canal de aproximação, verificando-se, claramente, um conflito entre a atividade portuária e as outras atividades da cidade. A especialização do porto no transporte de granéis provocou a receção de outro tipo de navios, nomeadamente de carga geral e de carga contentorizada, mas este porto não possuía espaços disponíveis para o seu desenvolvimento. Portanto, foi necessário reorganizar os espaços portuários a fim de permitir o desenvolvimento desse tipo de terminais, que exigem grandes terraplenos para movimentação e armazenamento de carga. Devido a isto, o porto aumentou gradualmente a sua eficiência e tornou-se num dos portos espanhóis com maior rácio de tonelada por metro quadrado. Então, as autoridades portuárias concluíram que o porto existente não poderia ser alargado e levaram a cabo a construção do novo porto exterior de Punta Langostera(Freire *et al*, 2012).

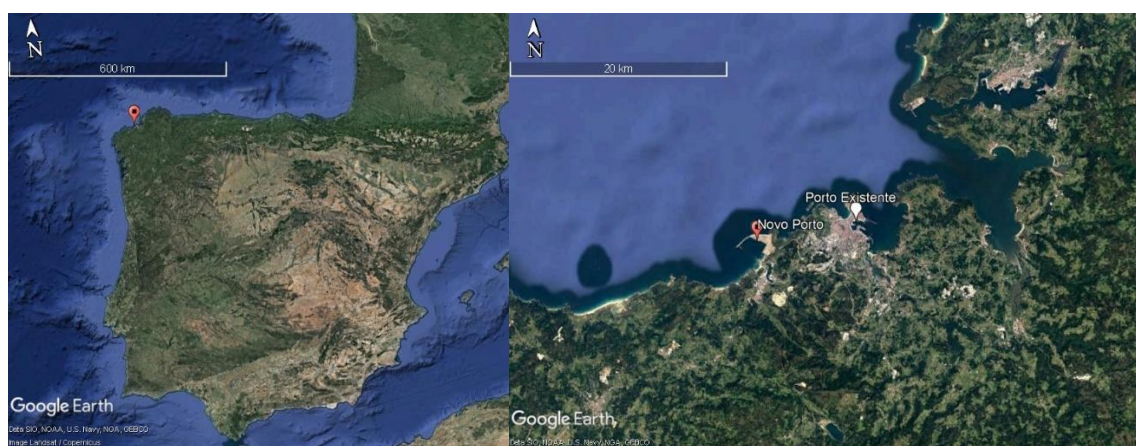


Figura 101 – Localização dos Portos da Corunha – Fonte: Google Earth, 2018

Este foi implantado num local estratégico, perto de um cabo, com profundidades naturais consideráveis, centrado no seu potencial de plataforma logística mundial, com o objetivo de captar novos tipos de navios para o porto. No entanto, na fase de projeto, identificaram como um potencial problema a

localização demasiado próxima de indústrias, que também poderiam necessitar de espaço para futuras ampliações, entrando, pois, em conflito com o futuro do porto. Esta obra ficou famosa devido ao facto de ser o quebramar de taludes de estrutura mista com maior exposição às ações das ondas no mundo, com grandes áreas expostas às ondas do Oceano Atlântico. No Anexo E, encontram-se mais detalhes sobre esta estrutura. Um dos pontos-chave para a execução do projeto foi o facto de se recorrer a diversas expropriações, de maneira a ter material disponível para a execução da obra nas proximidades da mesma. Para além da construção do porto, as acessibilidades por via rodoviária e ferroviária também constavam do projeto, e foram decisivos para a determinação do local a implantá-lo, o qual é apresentado na Figura 102(Freire *et al*, 2012).

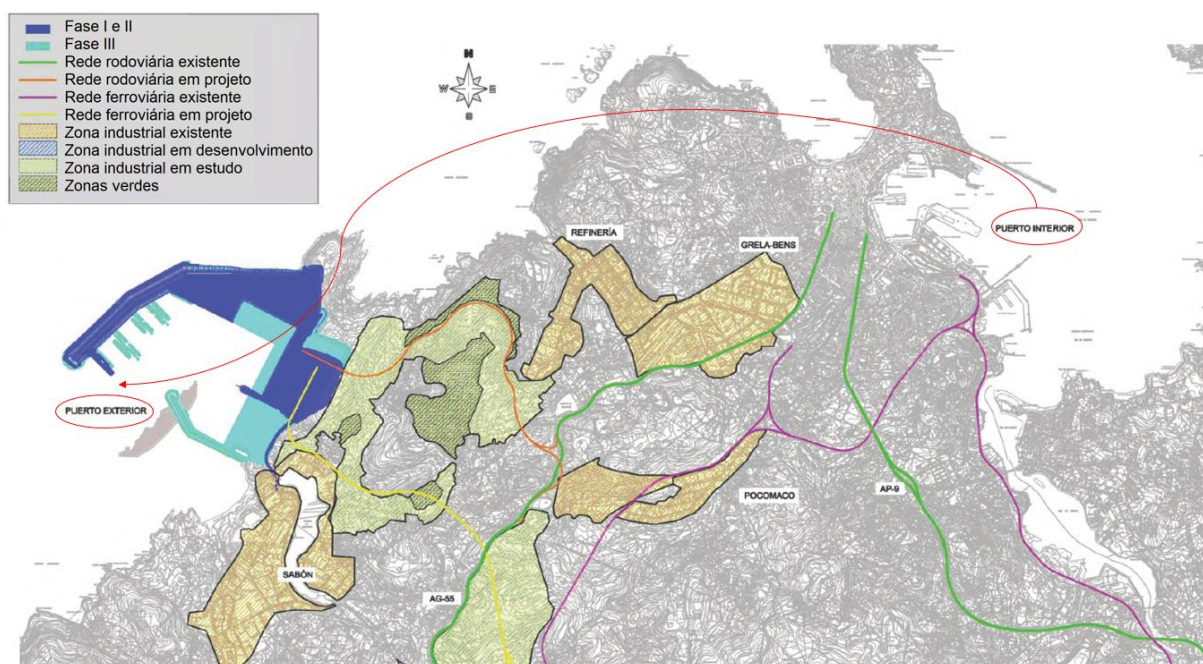


Figura 102 - Plano Geral do Porto e Acessibilidades – Fonte: Adaptado Freire *et al*, 2012

Na Figura 102 apresenta-se a deslocação das instalações portuárias antigas e o local de implantação do novo porto. O porto interior situa-se numa zona abrigada, ao contrário do novo porto, que se encontra numa zona com maior exposição.

5.8.2. MARINA E PORTO DE PESCA DE VILAMOURA, PORTUGAL

A Marina de Vilamoura, situada na costa algarvia, no sul do país, foi a primeira a ser construída em Portugal, em 1974, através da escavação do terreno. Vilamoura é um grande empreendimento turístico e a sua Marina ocupa um lugar de referência ao nível da náutica de recreio, dispondo de 825 postos de amarração, para a receção de navios com um comprimento máximo de 60 m e um calado máximo de 4 m. É a maior infraestrutura privada em Portugal e oferece uma vasta variedade de serviços, possuindo esta marina quebramares para melhoria das condições de acesso à mesma.



Figura 103 – Evolução da Marina de Vilamoura Porto de Pesca no anteporto (entre os novos quebramares) -
Fonte: algarveimobiliaria.com

Com o crescimento da procura deste destino, a marina já foi objeto de uma expansão para o interior, conforme é possível observar na Figura 103. Esta expansão foi executada com intuito de criar um maior número de cais de acostagem e para implantar o estaleiro, sendo que, atualmente, na área em redor da marina, existem diversos espaços comerciais. Nesta marina, situava-se o antigo porto de pesca. Contudo, a incompatibilidade de atividades em vários níveis levou à construção do novo Porto da Quarteira. Situado perto de uma unidade hoteleira, o tráfego de veículos a circular nas imediações para acederem a este terminal, questões inerentes ao desenvolvimento deste tipo de atividade, entre outros, foram fatores que determinaram a conceção do um novo porto para fornecer condições adequadas em termos de cais e de acessibilidades e áreas disponíveis como, por exemplo, para estacionamento de veículos e para potenciar esta importante atividade económica da região.

5.8.3. NOVO PORTO DA QUARTEIRA (LOULÉ), PORTUGAL

Quarteira velha, no Algarve, com ligação ao Oceano Atlântico e ao Mar Mediterrâneo, está situado sobre um planalto que possibilitava uma posição favorável sobre o antigo porto, cujo desenvolvimento da malha urbana cresceu no sentido do mar, tendo sido levada a cabo a construção do novo porto de pesca, na década de 90. Hoje em dia, a ribeira termina com a Marina de Vilamoura e, devido à regressão da maré, a vila expandiu-se de modo a acompanhar a linha de costa (Ribeiro, 2015).

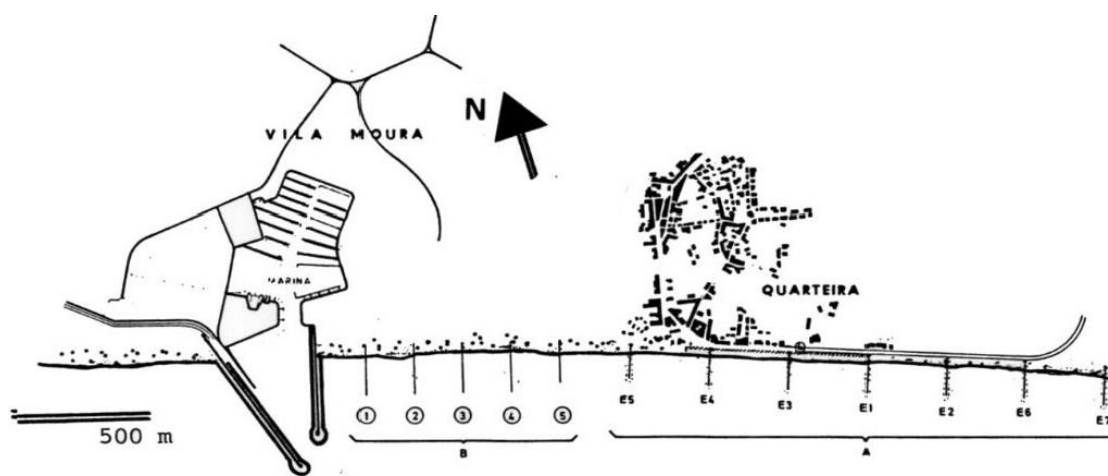


Figura 104 – Vilamoura e Quarteira antes da construção do novo porto de pesca na Quarteira. Campos de esporões a sotamar (este) - Fonte: Veloso Gomes, 2017

Para a construção do novo porto aproveitou-se parte das estruturas de defesa costeiras existentes no local, designadamente um campo de esporões, apresentados na Figura 104, que foram reabilitados e prolongados com outros alinhamentos. Para a construção deste porto, com uma bacia de 60 000 m², recorreu-se à utilização de dragagens para alimentação artificial de praias, o que incluiu a construção de dois molhes com núcleo e mantos resistentes, em enrocamento, para melhoria das condições de acesso ao porto, constituindo um comprimento conjunto de 900 m. Para além da criação dos quebramares e dos vários cais, os trabalhos incluíram a criação de uma área de terrapleno de, aproximadamente, 15 500 m²(www.icsa.pt).

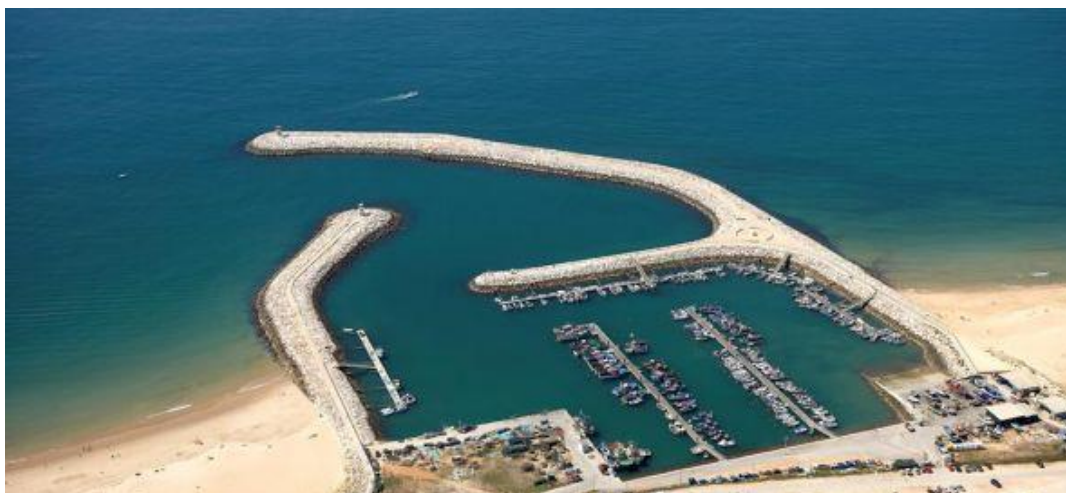


Figura 105 - Novo Porto de Pesca da Quarteira a este da marina de Vilamoura- Fonte: icsa.pt

5.8.4.NOVO NÚCLEO DE PESCA DA AFURADA, PORTUGAL

No final da década de 80, esteve em discussão o projeto para a construção do Porto de Pesca na Afurada, em Vila Nova de Gaia. Este projeto não foi realizado por questões físicas e ambientais e, por esta data, o problema da barra do Douro ainda não estava solucionado. A atividade principal neste local era a pesca e, naquela data, as embarcações registadas na Afurada utilizavam os portos de Aveiro e Leixões devido às más condições da Barra, por falta de cais de acostagem, na Afurada, e de condições para descarga, comercialização e distribuição. A construção do cais era exigida pela comunidade piscatória, as dificuldades de acessos da rede viária à povoação também constituía um obstáculo para a comercialização do pescado. A comunidade da Afurada foi prejudicada devido à construção de diversos aproveitamentos hidroelétricos no Rio Douro e à extração de areias do seu leito e das suas margens, sem receber qualquer medida compensatória pela modificação gradual no regime hidrográfico. As modificações ocorridas resultavam da destruição de locais de desova para a extração de areias nas margens. Para além disto, a ineficácia das eclusas de peixes, a modificação dos campos de correntes e do transporte de sedimentos constituíam problemas. Resumindo, as alterações de equilíbrio referidas originaram novas configurações desfavoráveis do ponto de vista de navegação. Assim, a APDL elaborou um projeto para a possibilidade da construção do cais, na bacia de São Paio, para servir o porto comercial marítimo e fluvio-marítimo, apresentado na Figura 106. Este previa um canal de acesso, na embocadura, limitado por dois molhes; um canal fluvial com obras marginais e dois cais de acostagem, com fundos a -7,0 Z.H., com um comprimento total de cais de 2600 m com o recurso a dragagens(IHRH, 1988).

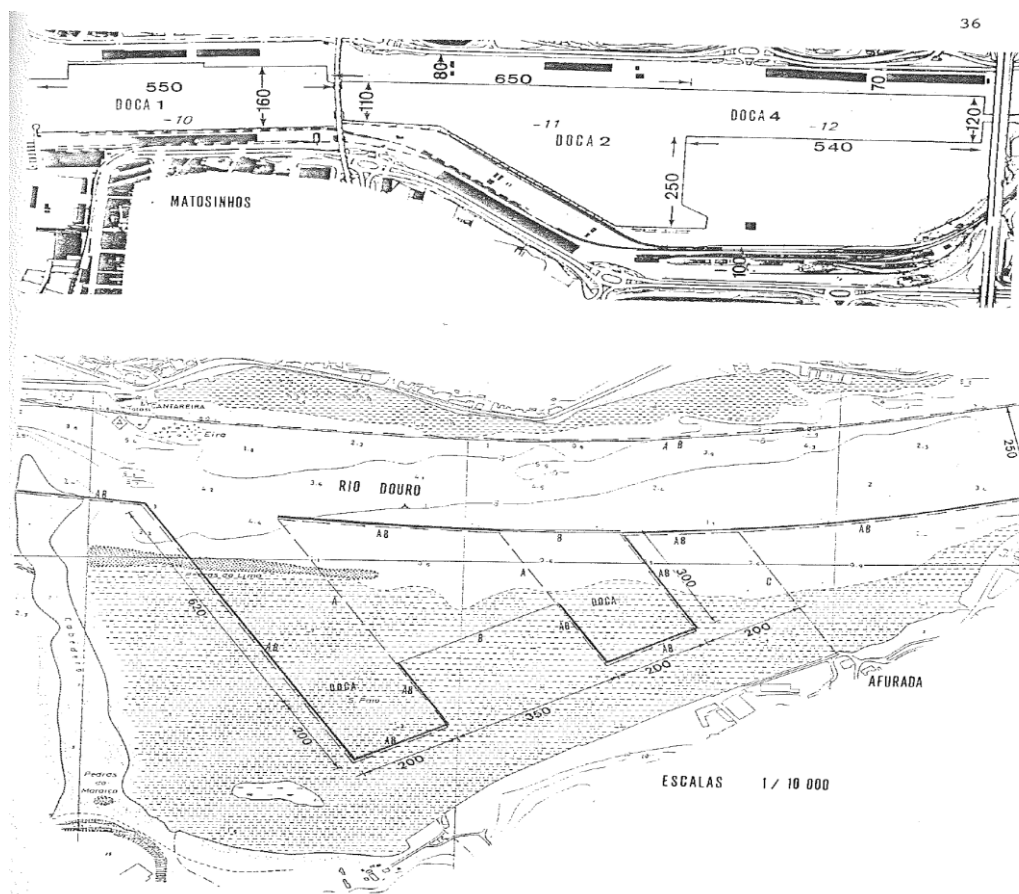


Figura 106 – Comparação das dimensões das docas de Leixões e o projeto não concretizado de novos cais na bacia de S. Paio entre a Afurada e a restinga da foz do Douro – Fonte: IHRH, 1988

A tomada de decisão, na década de 90, apontou no sentido da não construção deste portinho, invocando motivos de natureza física e ambientais. Este projeto foi abandonado porque se tratava de uma área sensível do ponto de vista ambiental, mas também porque estava potencialmente sujeito a processos de sedimentação. Esta área foi salva graças ao abandono deste projeto e graças a outras medidas tomadas.

5.9. SÍNTESE

Concluindo, neste capítulo, elencaram-se as características dos principais locais de implantação de portos, remontando às suas origens históricas e aos fatores que levaram à escolha dos mesmos. Referiu-se, ainda, fundamentando-se, a necessidade de melhoramentos nesses portos, nomeadamente através do recurso à construção ou extensão de quebramares de vários tipos. Para isso, tipificaram-se os locais de implantação de portos, as suas necessidades e objetivos dos respetivos projetos.

De facto, o conteúdo dos capítulos anteriores não é estanque e a sua interligação obriga a que se abordem, neste contexto, os impactes ambientais das obras e de estruturas anteriormente referidas, novas ou de reabilitação. Portanto, a seguir, tratar-se-á da avaliação destas consequências e de medidas de compensação, de mitigação, de custos, e do impacto visual deste tipo de intervenções, designadamente a influência da qualidade dos sedimentos a nível do projeto e o destino do material dragado.

6

IMPACTES AMBIENTAIS RELACIONADOS COM CASOS NACIONAIS RECENTES

6.1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a importância de uma maior e melhor preservação do meio ambiente tem vindo a assumir um papel cada vez mais relevante em várias áreas, não só na área relacionada com a Engenharia Civil. A fim de proteger o meio ambiente e promover o desenvolvimento sustentável, nas últimas décadas, têm sido criadas políticas, com medidas, exigências que visam identificar, quantificar e mitigar os impactes ambientais decorrentes da construção de diferentes infraestruturas. A sua construção tem, obviamente, consequências no meio ambiente e, desta forma, surgem requisitos exigidos por Instituições Públicas Autónomas para a avaliação destas consequências, sempre em conformidade com a legislação em vigor. À semelhança de outras obras de Engenharia Civil, a construção de portos provoca diversos impactos a vários níveis, alguns já referidos nos capítulos anteriores, nomeadamente os que têm maior relevância como os ligados à qualidade da água; a fatores biológicos e a alterações geomorfológicas (Pinto, 2016).

Neste capítulo, pretende-se descrever e tipificar alguns destes impactes associados à construção de diversas infraestruturas portuárias; apresentar sucintamente o seu enquadramento legal e as entidades envolvidas neste processo e as suas competências; mostrar alguns destes impactes, através de exemplos de obras marítimas que se encontram atualmente em discussão em Portugal, e associar as evoluções no transporte marítimo de uma forma global e generalizada, em termos ambientais. Dentro dos principais tipos de intervenções necessárias, decorrentes do aumento das principais dimensões dos navios, salientaram-se os seguintes: construção/melhoria de acessibilidades; aumento/construção de terraplenos; construção de novos portos; criação/melhoria de canais de aproximação e bacias de manobras; reabilitação de cais de acostagem; construção/prolongamento de quebramares. Neste âmbito, abordar-se-ão alguns dos principais impactes ambientais de algumas destas intervenções.

6.2. AVALIAÇÃO DE IMPACTE AMBIENTAL (AIA)

A União Europeia possui diretivas relacionadas com as questões ambientais, sendo que, em Portugal, a entidade com responsabilidades nesta área é a APA. No que se refere à Avaliação de Impacte Ambiental, o regime jurídico encontra-se no Decreto-Lei nº151-B/2013, de 31 de outubro, que foi modificado e republicado no Decreto-Lei nº152-B/2017, de 11 de dezembro, o qual entrou em vigor no ano de 2018 (www.apambiente.pt).

Os diplomas regulamentares em vigor são os seguintes:

- Portaria n.º 172/2014 de 5 de setembro, que estabelece a composição, o modo de funcionamento e as atribuições do Conselho Consultivo de Avaliação de Impacte Ambiental;
- Portaria n.º 326/2015, de 2 de outubro, que fixa os requisitos e condições de exercício da atividade de verificador de pós-avaliação de projetos sujeitos a AIA;
- Portaria n.º 368/2015, de 19 de outubro fixa o valor das taxas a cobrar no âmbito do processo de AIA;
- Portaria n.º 395/2015, de 4 de novembro que aprovou os requisitos e normas técnicas aplicáveis à documentação a apresentar pelo proponente nas diferentes fases da AIA e o modelo da Declaração de Impacte Ambiental (DIA);
- Portarias n.º 398/2015 e n.º 399/2015, de 5 de novembro, que estabelecem os elementos que devem instruir os procedimentos ambientais previstos no regime de Licenciamento Único de Ambiente, para a atividade pecuária e para as atividades industriais ou similares a industriais (operações de gestão de resíduos e centrais termoelétricas, exceto centrais solares), respetivamente;
- Portaria n.º 30/2017, de 17 de janeiro, que procede à primeira alteração da Portaria n.º 326/2015, de 2 de outubro, estabelecendo os requisitos e condições de exercício da atividade de verificador de pós-avaliação de projetos sujeitos a avaliação de impacte ambiental (www.apambiente.pt).

Neste regime jurídico, a AIA é extensível a projetos públicos e privados que originem efeitos significativos no meio ambiente, no qual estão definidas as diversas entidades que participam neste processo bem como as suas responsabilidades e a respetiva intervenção no mesmo.

Entidade Licenciadora	<ul style="list-style-type: none"> • Remeter à autoridade de AIA os elementos apresentados pelo proponente para AIA e de verificação da conformidade ambiental do projeto de execução com a DIA; • Remeter à autoridade de AIA o resultado da apreciação do cumprimento das condicionantes da DIA ou das condicionantes da decisão sobre a conformidade ambiental do projeto de execução; • Comunicar à autoridade de AIA e publicitar o conteúdo da decisão final no âmbito de autorização do projeto.
Autoridade de AIA	<ul style="list-style-type: none"> • Emitir o parecer da AIA; • Dirigir o procedimento de verificação e conformidade ambiental, de pós-avaliação e de definição do âmbito; <ul style="list-style-type: none"> • Promover a consulta pública, realizar o relatório, e promover a CA; • Emitir o DIA, em caso favorável.
Comissão de Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> • Emitir pareceres técnicos sobre a proposta de definição no âmbito do EIA, do procedimento da AIA e da conformidade ambiental do projeto de execução com a respetiva DIA.
Autoridade Nacional da AIA	<ul style="list-style-type: none"> • Definir normas técnicas e orientações para uma aplicação harmonizada dos procedimentos previstos; <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar e aprovar o regulamento de funcionamento da CA; • Promover a realização de avaliações técnicas; • Constituir e coordenar o grupo de pontos focais das autoridades de AIA; • Organizar e manter atualizado o sistema de informação sobre a AIA.
Concelho Consultivo da AIA	<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhar genericamente a aplicação do presente regime jurídico, elaborar recomendações tendo em vista a melhoria da eficácia e eficiência do processo de AIA e pronunciar -se, quando solicitado pela autoridade nacional de AIA ou pelo membro do Governo responsável pela área do ambiente, sobre as matérias que lhe sejam submetidas para apreciação.

Figura 107 - Entidades intervenientes e suas competências - Fonte: Adaptado Diário da República, 1.ª série - N.º 236 - 11 de dezembro de 2017

A AIA pode ser realizada em diversas fases do projeto em questão: Estudo Prévio; Anteprojecto; Projeto de Execução. Relativamente ao EIA é uma fase facultativa, pois trata-se de uma fase preliminar do

processo de avaliação. Relativamente ao processo de AIA, este divide-se em seis fases distintas: Seleção do Projeto; Definição do Âmbito; Estudo de Impacte Ambiental; Apreciação Técnica do EIA; Decisão; Pós-Avaliação. Nestas fases, as diferentes entidades com as suas competências participam em todo o processo bem como contempla a participação do público em geral. Pretende-se, desta forma, garantir o acesso da população à informação sobre o projeto em questão bem como a sua participação nele. Esta informação encontra-se disponível na internet, em diversos sítios de algumas autoridades da AIA.

6.2.1.METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE IMPACTE AMBIENTAL

Os guias com metodologias de elaboração dos EIA pretendem definir as diretrizes para os vários agentes implicados no processo, de uma forma mais clara e eficaz, desde a sua realização até à publicação do DIA. Assim, aglutinam a informação importante para a realização do EIA, com destaque para os pontos mais relevantes, e definem metodologias com o objetivo de aumentar a eficiência dos diversos procedimentos(www.apambiente.pt).

O procedimento desta metodologia é o seguinte: Recolha de informação, identificação e previsão dos efeitos ambientais de determinados projetos, bem como a identificação e proposta de medidas que evitem, minimizem ou compensem esses efeitos, tendo em vista uma decisão sobre a viabilidade da execução de tais projetos e respetiva pós-avaliação; Estudo do projeto e de alternativas; Caracterização da situação atual do ambiente; Avaliação dos impactos previstos; Programa de monitorização e de gestão(Pinto, 2016).

No EIA, encontram-se diversos estudos de diferentes áreas com a análise de legislação relativa a diversos descritores ambientais.

6.2.2.INTERVENÇÕES PORTUÁRIAS

No Decreto-Lei nº152-B/2017, de 11 de dezembro, a AIA é obrigatória para infraestruturas portuárias; portos de pesca; para navios com um valor igual ou superior a 1500 GT; para vias navegáveis com área ou extensão superiores a um determinado valor; para armazenagem de produtos petrolíferos ou gás natural; para reconversão de terras ao mar; para estaleiros navais de construção e reparação de embarcações; para construção de oleodutos; para realização de dragagens, marinas, portos de recreio e docas; para extração de petróleo e gás natural com fins comerciais, quando a quantidade extraída for superior a um certo valor; para refinarias de petróleo bruto e instalações de armazenagem de petróleo, produtos petroquímicos ou produtos químicos.

É necessária uma análise de diversas áreas de sensibilidade para os limiares definidos. Outros trabalhos marítimos como obras de proteção e requalificação de zonas costeiras, através da construção ou expansão de quebra-mares, também serão alvo desta análise, assim como a utilização de quebra-mares com a função de melhoria das condições de navegabilidade. A execução destes projetos pretende beneficiar, em alguns aspetos, o desenvolvimento da atividade portuária ou melhoria das condições de segurança e de operacionalidade. Todavia, estes projetos trazem problemas inerentes como, por exemplo, os relativos à construção ou prolongamento de quebra-mares que alteram parte das dinâmicas costeiras, podendo refletir-se na redução de ondas existentes, acabar com a prática de surf em alguns locais, e alterar o transporte de sedimentos existente. O documento EIA serve como ferramenta de suporte para a decisão final. Na metodologia utilizada constam diversos documentos tais como: Resumo Não Técnico; Relatório Síntese; Anexos(Pinto, 2016).

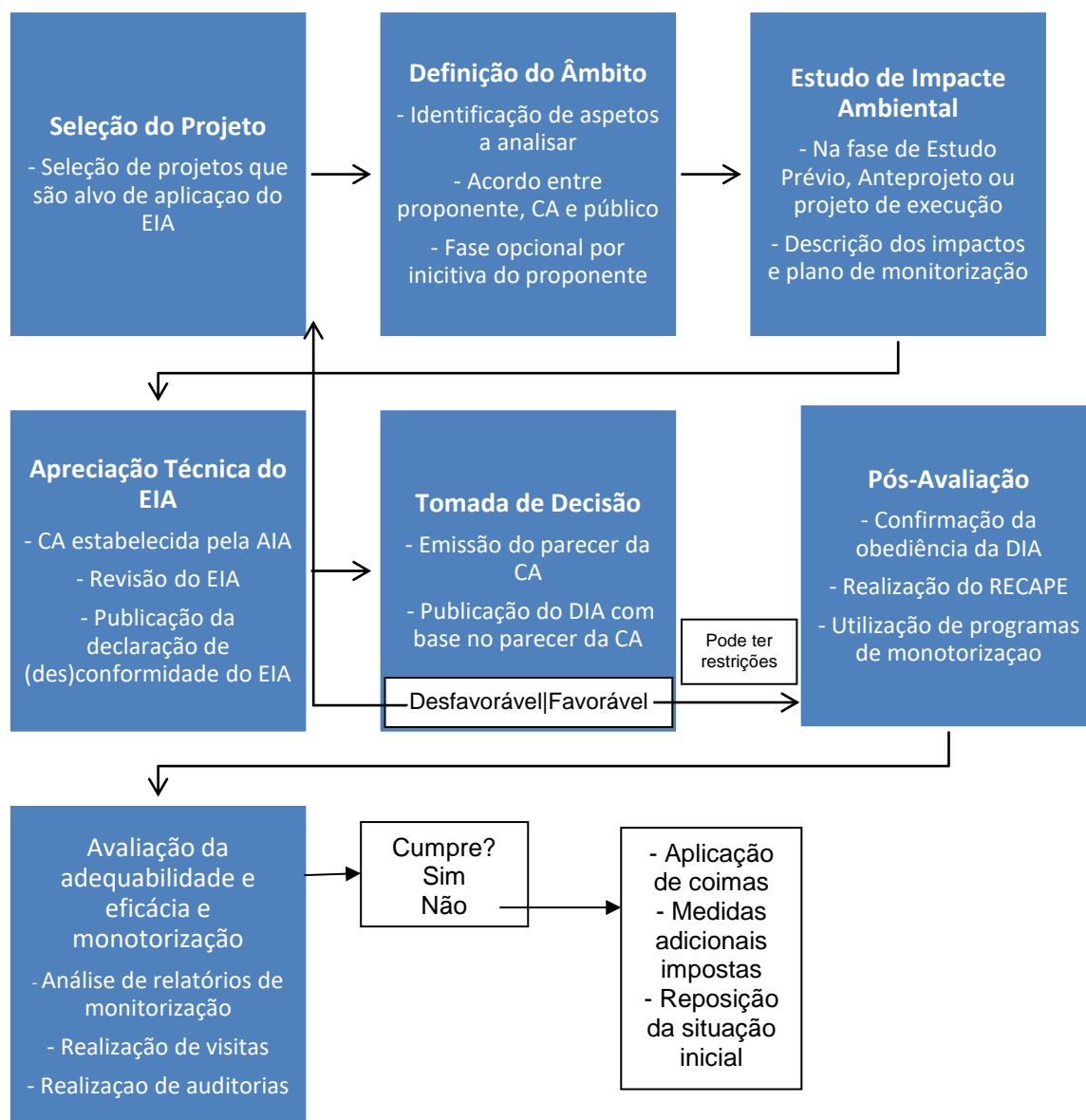


Figura 108 - Processo de Avaliação de Impacte Ambiental - Fonte: Adaptado apambiente.pt

Desta forma, o processo de Avaliação de Impacte Ambiental segue a sequência apresentada na Figura 108, com a participação das autoridades atrás apresentadas e, ao longo do mesmo, a AIA publica diversos documentos acessíveis ao público para consulta, bem como permite a participação na discussão do projeto em questão por qualquer cidadão interessado.

6.3.IMPACTES AMBIENTAIS GLOBAIS

A legislação em vigor identifica os impactes criados pela realização de obras marítimas, em várias áreas distintas, através da utilização dos seguintes descritores: Planeamento e Ordenamento do Território; Geologia e Geomorfologia; Topo-Hidrografia, Morfologia, Hidrodinâmica e Regime Litoral; Recursos Hídricos; Qualidade do Ar, Água e Sedimentos; Ruído; Resíduos e Contaminação de Solos; Paisagem; Clima; Socioeconómicos; Fatores Biológicos e Ecológicos; Património; Solo e Usos do Solo.

Estes descritores são, contudo, conceitos bastante amplos que abrangem vários aspetos muito relevantes, sendo que, dentro destes existem subdivisões, apresentando maior detalhe. Estes impactes são muito específicos, diversos, e com grande variabilidade, pois cada local tem características diferentes. De facto, existem vários fatores locais como a constituição de fundos; a profundidade dos mesmos; o rumo dominante de ventos e de ondulação, entre outros, para além de algumas dinâmicas de diversos locais, parte delas já apresentadas no capítulo Localização de Portos, Ocupação de Novas Áreas e Extensão de Quebramares. Deste modo, é difícil generalizar estes impactos para os diversos tipos de intervenções portuárias. Estes podem ser divididos em duas fases: Fase de Construção e Fase de Exploração. A metodologia aplicada no EIA classifica o tipo de impactes da forma apresentada na Tabela 17.

Tabela 17 – Critérios de Classificações - Fonte: Adaptado Nemus, 2018

Critério de Classificação	Tipo	Descrição
Quantificação	Positivo/Nulo/Negativo	Em função do tipo de impacto criado, se perturba ou valoriza a qualidade do ambiente
Incidência	Direta/Indireta	Em função dos efeitos provocados ou induzidos direta ou indiretamente
Probabilidade	Certo/Provável/Improvável/Desconhecida	Em função do risco
Duração	Permanentes/Temporários	Em função da extensão temporal dos impactes
Magnitude	Forte/Média/Fraca	Em função da extensão da afetação criada pelos impactes
Grau de relevância	Elevada/Moderada/Reduzida	Em função da importância dos impactes criados em diferentes aspetos
Reversibilidade	Reversíveis/Irreversíveis	Em função da permanência temporal dos impactes
Desfasamento temporal	Imediatos/Médio-prazo/Longo-prazo	Em função do atraso (ou não da incidência dos impactes)
Espaço afetado (Âmbito espacial)	Local/Regional/Nacional	Em função da área afetada pelos impactes
Tipo de interação	Cumulativos/Sinérgicos	Em função da conjugação de outros impactes

Na Tabela 17 encontram-se os critérios de classificação para avaliação dos impactes ambientais, porém, a definição e a quantificação dos mesmos poderão, por vezes, ser um pouco subjetivas, discutíveis e de difícil definição. Portanto, estes devem ser definidos de forma sensata, ponderada e discutidos com os diversos intervenientes no processo, com o objetivo de serem consensuais.

No que se refere aos impactos na qualidade dos sedimentos estes são normalmente provocados por derrames que podem levar à sua contaminação. A legislação em vigor no nosso país tem uma classificação qualitativa para a qualidade de sedimentos, que se encontra definida na Portaria nº1450/2007. Na Tabela 18 apresenta-se o significado atribuído para cada classe de material dragado, a utilização e destino possível para o material em questão.

Tabela 18 – Classificação do material dragado - Fonte: Diário da República, 1.ª série — N.º 217 — 12 de Novembro de 2007

Classificação	Descrição
Classe 1: Material dragado limpo	Pode ser depositado no meio aquático ou reposto em locais sujeitos a erosão ou utilizado para alimentação de praias sem normas restritivas
Classe 2: Material dragado com contaminação vestigiária	Pode ser imerso no meio aquático, tendo em atenção as características do meio recetor e o uso legítimo do mesmo
Classe 3: Material dragado ligeiramente contaminado	Pode ser utilizado para terraplenos ou, no caso de imersão, necessitar de estudo aprofundado do local de deposição e monitorização posterior do mesmo
Classe 4: Material dragado contaminado	Preposição em terra, em local impermeabilizado, com a recomendação de posterior cobertura de solos impermeáveis
Classe 5: Material muito contaminado	Idealmente, não deverá ser dragado e, em caso imperativo, deverão os dragados ser encaminhados para tratamento prévio e ou deposição em aterro de resíduos, devidamente autorizado, sendo proibida a sua imersão

Na Tabela 18 estão apresentadas a definição das classes de sedimentos, de acordo com a legislação em vigor, em função das características físicas e outras, assim como a utilização possível para as diversas classes.

Passam-se a apresentar alguns exemplos onde recentemente incidiram EIA.

6.4. PROLONGAMENTO DO QUEBRAMAR EXTERIOR DO PORTO DE LEIXÕES

Este prolongamento prevê um alinhamento de 20° para Oeste, uma extensão de 300 m, com um quebramar de taludes como a solução adotada. O quebramar possui duas camadas de cubos *Antifer*, no manto resistente; dois filtros e um núcleo constituído essencialmente por material dragado; enrocamento. Prevê-se que a execução desta obra demore 24 meses, decorra de outubro a abril e que, durante o período de interrupção dos trabalhos, exista uma estrutura provisória. Nesta fase, foi identificada e assumida a coincidência dos diferentes projetos para prolongamento do quebramar e de aprofundamento do canal de aproximação. Para tal, de modo a economizar recursos e custos, o transporte e colocação do material de dragagem será exclusivamente realizado por via marítima e, muito provavelmente, o núcleo será totalmente constituído por este material dragado. Para a implantação deste quebramar, terá de se recorrer à destruição da atual cabeça do existente no local e os blocos removidos poderão ser reutilizados, caso estejam em condições adequadas. *“A extensão do quebramar norte é justificada por razões de melhoria da manobrabilidade dos navios na aproximação à entrada ao anteporto, sendo mesmo indispensável para os navios de maior dimensão. Vai proporcionar uma*

melhoria das condições de abrigo em relação à agitação no interior do porto e numa maior área da baía da praia de Matosinhos”(IHRH, 2013).

Para os pilotos de diversas embarcações, este projeto é crucial do ponto de vista da segurança, pois pode reduzir o risco de possíveis acidentes ou embates contra estruturas marítimas existentes, constituindo, portanto, uma melhoria importante na acessibilidade ao porto. A Figura 80, do capítulo Localização de Portos, Ocupação de Novas Áreas e Extensão de Quebramares apresenta a configuração proposta para a extensão do quebramar.

6.4.1.DESCRICÃO DA GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E TOPO-HIDROGRAFIA

A composição geológica no local de implantação do Porto de Leixões abrange diferentes litologias: como aluviões essencialmente compostos por sedimentos lodosos, com uma grande parcela arenosos e parte de seixos rolados. O substrato rochoso é constituído, maioritariamente, por xistos luzentos decompostos em areias; argilas arenosas e micáceas, nos metros iniciais em profundidade, seguidas de xistos com uma decomposição menor, também atravessados por graníticos, na primeira camada de transição, a seguir à camada sedimentar. Verifica-se, na zona de implantação do projeto, um grande aumento da espessura da camada sedimentar.

De acordo com os resultados das sondagens de prospeção geotécnicas efetuadas, podem dividir-se em duas camadas:

- Camada Sedimentar: camada não consolidada de sedimentos lodo-arenosos;
- Substrato Rochoso: camada de substrato rochoso xistento ou granítico.

A Norte do Porto de Leixões, a praia aí situada apresenta uma configuração em cunha, resultante da inversão do trânsito litoral local, e o desenvolvimento da mesma deve-se à acumulação de sedimentos promovida pelo quebramar existente, pois é um obstáculo ao transporte dos mesmos, de Norte para Sul. Nos projetos de extensão do quebramar e de aprofundamento do canal de aproximação, não haverá necessidade de recorrer a material explosivo para realizar as diferentes tarefas(Nemus, 2018).

6.4.2.AVALIAÇÃO GLOBAL DE IMPACTES AMBIENTAIS. PRÉ-AVALIAÇÃO DE 2016 E AIA DE 2018

Pretende-se fazer uma breve análise dos impactes ambientais anteriormente descritos e a comparação entre a matriz proposta, no estudo realizado na dissertação de mestrado sobre o prolongamento do quebramar (Pinto, 2016), e a matriz apresentada no EIA do prolongamento do quebramar exterior do Porto de Leixões, realizada em 2018, disponível para discussão pública. É importante salientar que os descritores ambientais utilizados nas duas análises são bastante semelhantes, contudo, no EIA, estes são bastantes mais detalhados, pois o âmbito destes dois trabalhos é bastante distinto. A pré-avaliação fez uma primeira abordagem relativamente à AIA, sustentada por outros estudos anteriormente realizados; dados recolhidos de outros estudos; dados recolhidos pelo autor, designadamente inquéritos à população afetada. Antes da avaliação destes impactes, ambos os trabalhos se basearam em diversos estudos bastante detalhados, tendo em vista uma descrição pormenorizada do local de implantação, das características do mesmo, através da recolha de dados como sondagens; inquéritos; registos de agitação marítima; medições e análises da qualidade da água, entre outros.

As duas matrizes de avaliação de impactes encontram-se no Anexo F, sendo que a maioria dos impactes indesejáveis ocorrem na fase de construção, à exceção dos dois descritores referentes às atividades económicas e à qualidade de vida. Da análise da matriz do EIA, disponível no Anexo F, verifica-se que

a maioria dos impactes negativos ocorrerão durante a fase de construção do quebramar e na fase de exploração, mas já com menor significado. Os impactes ambientais considerados mais gravosos, durante a fase de construção, são referentes à paisagem e à degradação de sistemas ecológicos. Já relativamente à fase de exploração, os considerados mais negativos referem-se à hidrodinâmica e regime sedimentar; à paisagem; à afetação das populações locais; à afetação das atividades económicas e qualidade de vida.

6.4.3.COMPARAÇÃO DOS IMPACTES NA FASE DE CONSTRUÇÃO, PRÉ-AVALIAÇÃO DE 2016 E AIA DE 2018

Neste trabalho, pretende fazer-se uma comparação entre duas abordagens distintas, no que se refere às principais diferenças observadas entre as duas matrizes, na fase de construção do prolongamento do quebramar.

Na tabela disponível no Anexo F, encontram-se identificados os diversos impactes ambientais, durante a fase de construção. Os descritores utilizados foram anteriormente referidos, de forma sucinta. Assim, estes descritores de impactes ambientais apresentam-se de uma forma qualitativa e quantitativa, resumidos e justificados, a fim de permitir uma melhor comparação entre as considerações destes dois trabalhos.

A análise realizada pela EIA é uma abordagem mais otimista, pois o valor quantitativo para a classificação destes impactes é menos severa, em comparação com os utilizados na pré-avaliação de 2016. Isto deve-se à contabilização das medidas de minimização destes impactes no EIA, e ao facto de, na pré-avaliação, se terem assumido as progressivas alterações para o fim da construção. A classificação atribuída aos impactes, ao nível do ruído, é igual. As principais diferenças prendem-se com vários descritores. Considera-se que a abordagem do EIA é mais sensata e realista, no que se refere aos fatores biológicos, pois existirá sempre uma perturbação nos ambientes naturais presentes ou nas áreas próximas, apesar de na pré-avaliação se considerar que o projeto não provocará a destruição de nenhum habitat ou cobertura vegetal. No que se refere ao descritor da geologia e geomorfologia, a classificação atribuída na pré-avaliação é mais sensata do que a atribuída no EIA. Estranha-se a justificação e a classificação do EIA, pois, neste documento, assume-se, com grande probabilidade, a coincidência do outro projeto de aprofundamento do canal de aproximação e este projeto. Caso isto suceda, o material a utilizar para o núcleo do quebramar será constituído pelos sedimentos dragados do canal, caso sejam fisicamente aptos. A realização de dragagens será inevitável, visto que é imprescindível a regularização do fundo marítimo para facilitar e criar uma superfície, adequada e o mais regular possível, para a implantação desta estrutura. Devido à localização do estaleiro de obra, durante a fase de construção, existirá uma interferência na exploração do posto da Galp, no que se refere à circulação de diferentes meios de transporte. Isto é mais valorizado, em diversos descritores, na pré-avaliação de 2016, do que na efetuada pelo EIA. Relativamente à afetação da população e atividades económicas, a diferença prende-se com a consideração de um aspeto positivo, que não será tão relevante e, no meu ponto de vista, tenderá para ser nulo, uma vez que dinamizará, sobretudo, a restauração. Quanto ao descritor da qualidade dos sedimentos, a diferença prende-se com a quantificação e com a duração, e a consideração de um maior risco associado aos trabalhos, de acordo com a pré-avaliação. No que se refere aos recursos hídricos, a pré-avaliação considera que a realização de dragagens tem um impacto na degradação dos recursos hídricos. Já o EIA considera que a colocação dos blocos do quebramar e uma possível fragmentação dos mesmos poderá provocar uma turvação na água e eventuais derrames com origem no estaleiro. Desta forma, estes impactes serão pouco significativos e temporários.

6.4.4.COMPARAÇÃO DOS IMPACTES NA FASE DE EXPLORAÇÃO, PRÉ-AVALIAÇÃO DE 2016 E AIA DE 2018

Na tabela disponível no Anexo F, encontram-se identificados os diversos impactes ambientais, durante a fase de exploração, determinados através de descritores das diversas áreas, utilizando a mesma escala já definida, de uma forma qualitativa e quantitativa, resumidos e justificados, para uma melhor comparação entre as considerações elencadas nestes dois trabalhos.

A análise realizada na pré-avaliação é uma abordagem mais otimista, pois o valor quantitativo e qualitativo, para a classificação destes impactes, é menos severa em comparação com a do EIA. A principal diferença prende-se nos seguintes descritores: geologia e geomorfologia; fatores biológicos; recursos hídricos; qualidade dos sedimentos e do ruído, considerando-se que a abordagem do EIA é mais sensata e realista. Na pré-avaliação de 2016, no que se refere ao descritor da geologia e geomorfologia, assume-se o possível aumento do areal na zona Norte, mas não se identifica a maior vulnerabilidade na zona Sul. As observações do EIA assumem como sendo quase certo a necessidade de recargas dos blocos do manto resistente e outros trabalhos marítimos, sendo já contabilizados na ponderação para a sua classificação. A redução da hidrodinâmica local levará a uma menor capacidade de dispersão de poluentes originados por diferentes fontes, o que será um impacto negativo para o descritor de recursos hídricos e afetará outros descritores. Portanto, pensa-se que a classificação atribuída pelo EIA é mais coerente. A redução do número de dragagens a realizar no futuro é algo identificado e positivo, na pré-avaliação, mas julga-se que será inevitável o recurso a dragagens. As considerações do EIA, quanto à qualidade dos sedimentos, são mais concordantes com a situação da vida real, dado que foi tida em conta a necessidade de futuras dragagens. Relativamente aos outros descritores, o EIA considera que a execução deste projeto irá acentuar alguns dos efeitos já existentes neste local. Em suma, *“Os descritores relacionados com atividades socioeconómicas, paisagísticas e de a análise de risco são os que apresentam maior relevância neste projeto, pois prevê-se a existência de impactes positivos e negativos na fase de exploração de forma permanente e irreversível”* (Pinto, 2016). O EIA considera que *“o procedimento de avaliação de impactes residuais envolve sempre alguma incerteza, uma vez que é difícil precisar a eficiência de algumas medidas, dependente de múltiplos fatores que por sua vez se podem revestir de grande variabilidade”* (Nemus, 2018).

É importante voltar a referir que a execução deste projeto surge com o objetivo de melhorar as condições de manobrabilidade dos navios, de modo a realizarem a entrada no porto com maior segurança. Logo, este aspeto é também considerado um impacto positivo bastante relevante.

A realização do EIA, por entidades de consultadoria ambientais ligadas às entidades que realizaram os projetos, poderá criar, até certo ponto, um conflito de interesses que deveria ser evitado para tornar o processo mais transparente e imparcial, pois supõe-se que será favorecida a abordagem inicialmente proposta e, assim, a análise de outras alternativas será relativamente menosprezada. Isto é, *“é importante referir que todos os elementos envolvidos no processo de AIA devem ser especializados e provenientes de diversas áreas de estudo, de forma a que o parecer seja verídico e imparcial”* (Pinto, 2016).

Em suma, o maior problema identificado como sendo a situação crítica, no estudo realizado em 2016 e objeto de maior discussão, foi o impacto socioeconómico referente à afetação da população, mais especificamente no que toca à aceitação por parte dos praticantes de surf. Passados dois anos, pode-se afirmar que a previsão da pré-avaliação de 2016 se confirmou e ainda se verifica a oposição deste grupo de pessoas face a este projeto, apesar de se tratar de um projeto para melhoria das condições de segurança na aproximação de navios ao Porto de Leixões.

6.5. APROFUNDAMENTO DO CANAL DE APROXIMAÇÃO AOS ESTALEIROS NAVAIS DO PORTO DE VIANA DO CASTELO

A melhoria do canal de aproximação do Porto de Viana do Castelo pretende fornecer condições de segurança adequadas e facilitadas a uma maior extensão de condições meteorológicas e marítimas possíveis. Com este projeto, pretende-se criar condições adequadas para a receção de navios com um calado de 7 m, disponibilizando cotas de fundo de -6.0 m Z.H. na zona do anteporto e de -6.5 m Z.H. na bacia do cais do Bugio, resultando num aprofundamento de aproximadamente 2.5 m. A definição deste projeto insere-se no Plano Estratégico do Porto de Viana do Castelo e a configuração da solução proposta procura minimizar o comprimento do canal dragado, evitar curvas, evitar áreas com potencial de assoreamento, tendo sempre em conta os dados e as características do local de implantação. Ao contrário do outro projeto apresentado do Porto de Leixões, os fundos deste local são fixos, isto é, rochosos. “*A área de projeto situa-se integralmente em meio estuarino, junto da embocadura, encontrando-se permanentemente coberta por águas marinhas. Tem subjacente uma pouca espessa camada sedimentar que cobre um maciço rochoso constituído por rochas metamórficas e, em menor expressão, rochas ígneas do tipo granitoide*”(Consulmar 2017). Quanto à constituição do material a dragar, “*Atente-se, contudo, que o material a dragar, sobretudo no canal de acesso, é constituído na sua larga maioria pela fração de areia (cerca de 93,3%) [...]. No anteporto, o material a dragar apresenta uma fração de areia relativamente menor, ainda assim um valor médio de 67,7%.*”(Consulmar, 2017). Os sedimentos a dragar, segundo a análise efetuada, inserem-se na classe 1 e 2 e, assim, segundo a legislação em vigor, estes podem ser colocados no meio aquático ou repostos em locais sujeitos a erosão. No que se refere ao regime de marés e correntes, a onda de maré é do tipo semidiurno regular, difundindo-se de Sul para Norte, e as correntes de maré na área de intervenção com uma orientação dominante para Norte, na enchente, e para Sul, na vazante. Relativamente à Ecologia Marino-Estuarina “*embora situada numa zona de transição entre o estuário do rio Lima e o mar, está-se na presença de um habitat de características predominantemente marinhas em substrato móvel (tipo arenoso) permanentemente imerso*”(Consulmar, 2017).

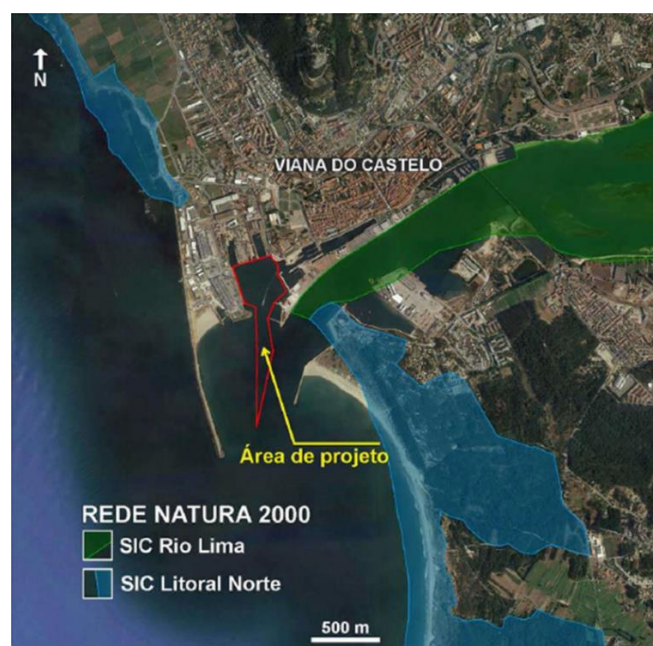


Figura 109 – Área de intervenção do projeto de melhoria das condições do canal de acesso ao Porto de Viana do Castelo e Rede Natura 2000 - Fonte: Consulmar, 2017

Na Figura 109 apresenta-se a área de intervenção deste projeto e a área classificada da Rede Natura 2000, na proximidade do local do projeto.

6.5.1.COMPARAÇÃO DOS IMPACTES NA FASE DE CONSTRUÇÃO, PRÉ-AVALIAÇÃO DE 2018 E AIA DE 2018

No contexto deste trabalho, pretende fazer-se uma comparação entre duas abordagens distintas, no que se refere às principais diferenças observadas entre as duas matrizes, na fase de construção do aprofundamento do canal de aproximação aos estaleiros navais do Porto de Viana do Castelo, com a escala já anteriormente apresentada, disponível no Anexo F. Relativamente aos impactes, na fase de construção, a classificação para os diferentes descritores é bastante semelhante. A principal diferença reside na magnitude do impacto considerada nos casos dos descritores referentes ao ruído e vibrações; uso do solo; recursos hídricos; áreas classificadas e qualidade dos sedimentos. A diferença mais significativa está nos recursos hídricos e nas áreas classificadas. Nos recursos hídricos, considera-se a possibilidade de existirem sólidos suspensos resultantes de dragagens, enquanto o EIA valoriza menos este aspeto. No que se refere às áreas classificadas, a diferença significativa encontra-se na destabilização dos ambientes naturais adjacentes à área de projeto, ao passo que o EIA não valoriza este item e assume a rápida precipitação do material suspenso, resultante de dragagens. A possível contaminação de sedimentos devido a eventuais derrames não é valorizada no EIA, mas esse risco deverá ser sempre contemplado. A classificação atribuída ao descritor do ruído é mais severa, pois o recurso a material explosivo e as vibrações daí decorrentes ainda são mais significativas do que evidencia a classificação do EIA. Convém salientar que na classificação não se contabilizaram *“as áreas terrestres que poderão vir a ser afetadas pelo projeto, nomeadamente para estaleiro e acessos ainda não se encontram definidas, pelo que deverá ser considerado em fase posterior”* (Consulmar, 2017). Pelo exposto, alguns descritores como afetação da população, qualidade da água e sedimentos, recursos hídricos e, eventualmente, uso do solo sofreriam uma pequena alteração e contabilizariam este facto como algo negativo.

Considera-se que o maior impacto está ligado ao descritor de Ecologia Marino-Estuarina *“Constata-se, no entanto, que durante a fase de construção o fator ambiental mais afetado é a ecologia marino-estuarina em consequência da destruição do habitat que é o suporte da comunidade de organismos bentónicos (que vivem junto do fundo). Todavia, admite-se que os novos fundos na zona do canal de acesso, constituídos por material arenoso, possam vir a ser colonizados, repondo, pelo menos em parte, a comunidade anterior. Já na zona do anteporto dado os novos fundos a criar serem de rocha será praticamente impossível repor a comunidade anterior”* e *“o impacto negativo mais significativo decorrerá da destruição/remoção do habitat da comunidade bentónica e da respetiva fauna associada sem mobilidade”* (Consulmar, 2017).

6.5.2.COMPARAÇÃO DOS IMPACTES NA FASE DE EXPLORAÇÃO, PRÉ-AVALIAÇÃO DE 2018 E AIA DE 2018

Na fase de exploração deste projeto, embora os impactes sejam menores do que os da fase de construção, são permanentes, mais sensíveis, mais variáveis e de difícil resolução, daí a necessidade de se fazerem estudos pormenorizados para diferentes soluções, apresentando um maior número de alternativas possíveis.

Na análise dos impactes referentes à fase de exploração são bastante semelhantes e a principal diferença encontra-se ao nível quantitativo destes impactes, sendo que a classificação adotada pelo EIA é mais otimista. Neste trabalho considera-se como quase inevitável a realização de futuras dragagens o que tem reflexo na classificação destes impactes. A maior diferença encontra-se no descritor de Ecologia Marino-

estuarina, pois a destruição de alguns habitats e a eventual destruição de algumas espécies deste local, bem como a sua situação atual não será reposta de uma forma tao rápida.

No que se refere ao destino do material dragado, este depende da sua natureza “*os sedimentos com graus de contaminação 1 e 2 deverão ser imersos em mar aberto a 2 milhas o oeste da barra e abaixo da batimétrica – 30 m (ZH), em zonas já utilizadas para o efeito. A rocha alterada será igualmente imersa na mesma localização. Os produtos resultantes da dragagem de rocha sã deverão ser colocados em terrapleno para posteriores utilizações*”(Consulmar, 2017).

Seria pertinente estar presente no EIA a consideração de outras alternativas para o destino do material dragado proveniente da rocha sã. A utilização dos produtos resultantes da dragagem de rocha para utilizações em terraplenos é bastante interessante e adequada. No entanto, a utilização da rocha para imersão em grandes profundidades já é uma opção mais discutível. Os custos de transporte deste material para maiores profundidades, localizadas a cerca de 2 milhas da barra, são relevantes, pelo que a sua colocação em zonas com menores profundidades é uma alternativa possível. O objetivo desta opção poderia passar pela utilização da rocha para a criação de recifes artificiais e promover a bio colonização, sendo a sua função a de viveiros naturais ou artificiais.

Os fundos estáveis (fixos) favorecem a colonização devido a diversos fenómenos relacionados com o vento, que tem interferência com o fluxo de sedimentos. Isto é, de forma simplificada, consoante o local, o sentido do fluxo da massa de ar pode fazer com que os sedimentos não se depositem no fundo do mar. Deste modo, a concentração de nutrientes não se encontra no fundo do mar. As comunidades piscatórias encontram-se em locais cuja natureza dos fundos é rochosa, como é o caso da Afurada.

6.6.MELHORIA DAS ACESSIBILIDADES AO PORTO DE SETÚBAL

A melhoria das acessibilidades marítimas ao Porto de Setúbal é outro exemplo deste tipo de projetos em discussão, atualmente, em Portugal. Não se pretende fazer uma descrição detalhada deste projeto, uma vez que, neste trabalho, já se abordaram os impactes ambientais relativamente a outras obras de melhoria de acessibilidades de canais de aproximação, mas salientar os aspetos relativos ao destino do material dragado.

Pretende-se, assim, destacar as recentes preocupações relacionadas com o volume de material dragado, previsto no acesso ao Porto de Setúbal, situado no Estuário do Sado, e com o destino do mesmo. Os trabalhos foram faseados e, desta forma, um dos destinos dos sedimentos dragados, a primeira fase, é a sua utilização em aterro, na zona nascente do terminal Ro-Ro, e o outro destino proposto é a colocação do material na zona do delta do estuário do Sado. Garante-se, assim, que estes continuem no sistema sedimentar e, desta forma, contribuam para alimentar zonas costeiras próximas(Proman, 2017).

Tabela 19 – Quantidade de sedimentos dragados e destino dos mesmos- Fonte: Proman, 2017

Zona	Volume dragado na Fase A (m ³)	Volume dragado na Fase B (m ³)	Destino e quantidade do material dragado na Fase A (m ³)	Destino e quantidade do material dragado na Fase B (m ³)
Canal da Barra	1 739 065	1 240 664	149 845 para aterro na zona nascente 1 589 220 para a zona do delta do estuário	1 240 664 para a zona do delta do estuário
Zona Central	160 775	94 340	160 775 para aterro na zona nascente	97 614 para a zona do delta do estuário
Canal Norte	1 567 679	1 531 850	1 567 679 para aterro na zona nascente	1 531 850 para a zona do delta do estuário
Total	3 467 518	2 870 128	3 467 518	2 870 128

Apesar de serem apresentados dois destinos distintos para a deposição do material dragado (Tabela 19), outras soluções alternativas deveriam ser consideradas como, por exemplo, a sua utilização para alimentação artificial de praias ou a colocação em zonas pouco profundas próximas de zonas costeiras.

6.7.AMPLIAÇÃO DO TERMINAL DE CONTENTORES TXXI DO PORTO DE SINES, 3ª E 4ª FASES

O projeto de ampliação enquadra-se numa obra de aumento de área de terrapleno e terá sempre associada a realização de uma dragagem, mesmo que se tratem de volumes reduzidos. O EIA, no Resumo Não Técnico, no que se refere aos principais impactes negativos na fase de exploração da 3ª fase de expansão afirma que *“para a prática do surf na zona próxima dos molhes da central termoelétrica, pela diminuição da altura média das ondas, embora o grau de incerteza sobre a significância deste impacte seja assinalável, uma vez que embora a altura média seja reduzida, outros aspetos como a direção e filtragem de períodos contribuem para a qualidade das ondas”*(Nemus, 2014). Com a implantação da 4ª fase de expansão pode ler-se no EIA *“consideram-se os mesmos impactes como pouco significativos a significativos, considerando a previsão de reduções de altura de agitação superiores a 25%, sobretudo na zona mais próxima da central termoelétrica”*(Nemus, 2014).

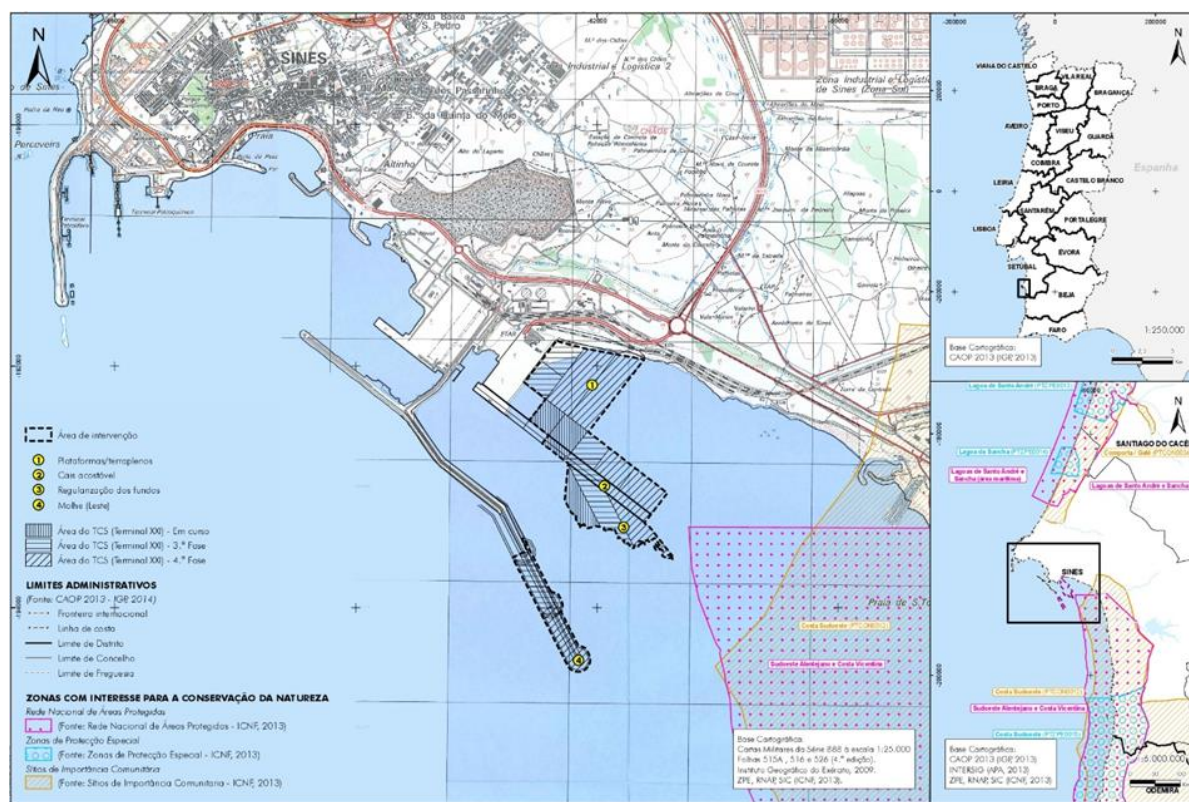


Figura 110 - Expansão proposta para o Terminal XXI do Porto de Sines -Fonte: Nemus, 2014

Como já foi referido no capítulo Localização de Portos, Ocupação de Novas Áreas e Extensão de Quebramares, apresenta-se a expansão proposta na Figura 110, e o maior impacto identificado foi a redução das condições de agitação marítima para a prática de surf. Assim, em 2017, ainda se verifica como sendo a situação crítica e alvo de grande discussão pública. Desta forma, a solução encontrada *“Pode passar pela atribuição de indemnizações financeiras. Uma forma de permitir às escolas de surf da praia de São Torpes instalarem-se noutras zonas da costa, ou então, reconverterem-se e dedicarem-se a outras modalidades. Os autores do estudo de impacto ambiental, a que o jornal de Negócios teve acesso, sugerem também que sejam avaliadas possíveis intervenções para melhorar as condições da prática de surf nas praias de Sines, por exemplo, a construção de recifes artificiais”* (Videira, 2018).

6.8.MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DE IMPACTES AMBIENTAIS NA FASE DE CONSTRUÇÃO

Com base no documento de *“Medidas de Minimização Gerais da Fase de Construção”* da APA, os principais impactos podem ser minimizados através de medidas de mitigação, que estão geralmente associadas às seguintes tipologias: fase de preparação prévia à execução das obras; implantação dos estaleiros e parques de materiais; desmatamento, limpeza e decapagem dos solos; escavações e movimentação de terras; construção e reabilitação de acessos; gestão de produtos, efluentes e resíduos; fase de desativação.. Apesar destas recomendações e considerando os factos apresentados no presente trabalho, pode concluir-se que a fase de preparação prévia é relativamente menosprezada, mas deveria ser valorizada de modo a resolver/evitar eventuais problemas logo numa fase inicial do projeto. Portanto, considera-se que situações como as apresentadas relativamente ao projeto de prolongamento do quebramar exterior do Porto de Leixões, na questão relativa à afetação da população, nomeadamente os impactos relacionados com os praticantes de surf, deviam ser resolvidos numa fase inicial. Neste guia, sugere-se que a localização dos estaleiros deve ser em zonas degradadas e devem procurar minimizar os

movimentos de terra bem como a criação de novos acessos. A desmatagem e limpeza é limitada nas zonas necessárias para a obra, e o material removido deve ser transportado para o destino final, com vista a favorecer a sua reutilização. Após a limpeza, podem iniciar-se os trabalhos de movimentação de terras e recomenda-se, sempre que for possível, a utilização de material resultante de escavações desde que este cumpra as exigências requeridas. O material que possua contaminantes deve ser armazenado em sítios adequados e com o recurso a material impermeável, e não só, para que não contamine os solos nem outros recursos hídricos. Com o objetivo de minimizar os impactos a vários níveis, é necessário garantir a limpeza de acessos da área afeta à obra; o transporte adequado do material; a pavimentação das vias de circulação interna para evitar a ressuspensão de poeiras. Com intuito de reduzir o risco de contaminação e de arrastamento de lamas, é uma boa prática a lavagem dos pneus, sempre que um veículo saia da frente de obra ou do estaleiro. É obrigatória a elaboração de planos de gestão de resíduos para todos os resíduos gerados na obra ao nível de armazenamento, de retenção de derrames, de sistemas de drenagem de águas pluviais e destino dos produtos gerados, entre outros. Esta área de armazenagem temporária e o parque de máquinas devem ser escoados para uma bacia de retenção impermeabilizada e separada da rede de drenagem natural. O objetivo desta bacia é evitar a contaminação de outros recursos. Sempre que seja possível a opção preferencial deve ser a reciclagem de resíduos. Na fase de desativação, devem recuperar-se os acessos afetados; recuperar paisagisticamente o local afetado e envolvente; garantir o desimpedimento e limpeza de componentes hidráulicas de sistemas de drenagem que tenham sofrido algum impacto diretamente ligado à realização de trabalhos, assim como a reposição da situação inicial e das características existentes ao nível condições naturais de infiltração, modificadas pelos trabalhos de movimentação de terras. Neste documento, encontram-se definidos os locais onde não se devem instalar os estaleiros nem as zonas de depósito de material e recomendações para a seleção de zonas de empréstimo. A elaboração de guias semelhantes a este, atrás apresentado resumidamente, com medidas de minimização de impactos ambientais, na fase de exploração, seria um trabalho futuro, interessante e útil (Medidas de Minimização Gerais da Fase de Construção, APA, sem data).

6.9. CONSIDERAÇÕES SOBRE O EIA RELATIVAMENTE A ESTRUTURAS PORTUÁRIAS EM PORTUGAL, ESTUDO DE 2011

Nuno Couto e Veloso Gomes, 2011 analisaram os EIA para 16 casos de obras marítimas realizadas em Portugal, identificou que o objetivo da maioria das intervenções era a melhoria das condições de navegabilidade e de segurança. *“Quando se realiza um EIA é fundamental saber quais os principais objetivos que sustentam o projecto, sem estes não é possível seleccionar a melhor das opções, e quais os objetivos pretendidos com o estudo de impacto ambiental”* (Couto, 2011). Esta entidade de consultores/projetistas *“poderá estar encarregue de simplesmente estudar os impactos que advêm da aplicação de uma solução, ou podem estar envolvidos na projecção da melhor alternativa para a resolução do problema”* (Couto, 2011).

Por conseguinte, alguns estudos mais aprofundados de situações críticas, pontuais ou não, podem ser menosprezados, orientando para soluções inadequadas ou evitando reformulações futuras.

Tendo em consideração a existência de diversas barragens ao longo dos rios, que constituem obstáculos no transporte de sedimentos, as zonas costeiras são alimentadas por uma quantidade de sedimentos cada vez menor. *“Ao longo da análise efectuada aos relatórios dos EIA foi possível observar que dúvidas foram levantadas, muitas delas sobre o impacto que as estruturas podem causar no trânsito sedimentar, na hidromorfologia do local e na evolução da linha de costa, a erosão que essas estruturas podem causar a sotamar, a possibilidade de controlar o assoreamento (por exemplo dos portos ou dos rios), os impactos causados nos sensíveis ecossistemas, na qualidade dos sedimentos e da água ou nas*

atividades balneares”(Couto e Veloso Gomes, 2011). A construção/extensão de quebramares traz alterações no regime de transporte de sedimentos e os quebramares podem funcionar como esporões na retenção de material. Consequentemente, a zona de costa afetada torna-se cada vez mais vulnerável. Dois exemplos ilustrativos deste problema, já apresentados neste trabalho, no capítulo Localização de Portos, Ocupação de Novas Áreas e Extensão de Quebramares, são o Porto da Figueira da Foz e o Porto de Leixões. Nos EIA de ambos os projetos de prolongamento de quebramares, foi equacionada a hipótese da provável e possível acumulação de areias e consequente aumento do areal da praia. Previu-se que, se tal se suceder, isso pode ter implicações no futuro, nomeadamente o assoreamento dos portos. A possível alteração e inversão das correntes afetam o regime de transporte de sedimentos e podem provocar o assoreamento do porto. É evidente, normalmente, que a construção de quebramares provoca alterações das condições de agitação marítima, o que pode alterar o fluxo sedimentar existente. Isto pode trazer vários impactos ao nível da qualidade dos sedimentos, qualidade da água, ao nível de fatores biológicos, ao nível da geologia e geomorfologia, para além da necessidade de se recorrer a um maior número de dragagens, no interior dos portos e nos canais de acesso. No que se refere aos impactos no transporte sedimentar decorrentes de intervenções de aumento das dimensões de canais de aproximação constata-se que *“Com o aumento da secção do canal, poderão aparecer interferências significativas ao nível da deriva costeira e consequente agravamento dos atuais problemas costeiros e ao nível estuarino derivado da amplitude da vaga, das marés e da cunha salina.”*(Couto e Veloso Gomes, 2011). Assim, *“Dos estudos efectuados, só em três casos é que é abordada a questão de repor os dragados em locais próximos das obras e que necessitem dessa alimentação”*(Couto e Veloso Gomes, 2011). Isto é algo que ainda se verifica atualmente, por exemplo, no projeto apresentado neste capítulo, no que diz respeito ao canal de acesso do Porto de Viana do Castelo. A utilização deste material para proteção costeira, na alimentação artificial de praias, ou na deposição em locais próximos da costa deveria ser mais vezes considerado, dado que a construção de algumas obras gera um impacto direto nestas zonas costeiras. Também é algo interessante tentar evitar uma futura necessidade de intervenções de obras de engenharia civil para solucionar estes problemas gerados. Portanto, os impactos ao nível da hidrodinâmica são bastante importantes para a fase de exploração e, apesar do recurso à modelação numérica para simular alguns destes fenómenos hidrodinâmicos, transporte sedimentar, entre outros, deverá recorrer-se à modelação física em alguns casos e, no final, conciliar a análise dos resultados com opiniões de técnicos experientes(Couto e Veloso Gomes,2011).

No EIA do Prolongamento do Quebramar Exterior do Porto de Leixões, de 2018, salienta-se que consta do programa de monitorização o acompanhamento da evolução morfológica da praia através da realização de perfis, levantamentos topo-hidrográficos e registos fotográficos. Os principais objetivos deste programa são identificar tendências e pontos críticos de erosão, e definir medidas mitigadoras de impactos negativos. As medidas de mitigação propostas, para a fase de exploração, são as seguintes: *“A dragagem periódica de areias do extremo norte da praia de Matosinhos (praia submarina) e a modelação da praia emersa para alimentação do extremo sul da mesma praia, de forma a garantir a reposição dos sedimentos sujeitos a transporte por inversão local da deriva litoral e, consequentemente, minimizar o fenómeno erosivo a sul; a criação de uma base de dados com a informação dos volumes de sedimentos remobilizados do extremo norte da praia de Matosinhos (por dragagem) para o extremo sul, diferenciando os momentos e os quantitativos relativamente ao que se verifica durante as operações de imersão no interior do Porto de Leixões; a implementação de um programa de monitorização da evolução costeira durante a fase de exploração do projeto”*(Nemus, 2018) .



Figura 111 – Representação da evolução da praia de Matosinhos durante 2008 e 2016 - Fonte: Adaptado por Nemus, 2018, com base em LNEC Estudos em modelo físico e numérico do prolongamento do quebramar exterior e das acessibilidades marítimas ao porto de Leixões: estudo III- Avaliação dos impactes na dinâmica sedimentar. Relatório 225/2017 DHA/NEC

Destaca-se a necessidade de um maior número de levantamentos topo-hidrográficos e, neste EIA, consta a comparação dos mesmos com perfis transversais, o que permitiu, juntamente com outra informação, quantificar a taxa de evolução apresentada na Figura 111. A recolha de dados e a organização dos mesmos é algo bastante interessante e possibilitara análises mais corretas assim como criará um “cadastro” que será bastante útil para uma melhor identificação de problemas locais e de situações críticas. Dada a importância destes impactes, na fase de exploração, será interessante, num trabalho futuro, verificar se as previsões efetuadas nesta fase e se as medidas tomadas estavam de acordo com o que realmente venha a suceder. A criação de uma base de dados com o registo destes volumes, com informação detalhada, também é importante, neste contexto.

Em suma, no EIA, terá de se dar maior relevância e fazer uma análise mais detalhada aos impactes, na fase de exploração, às medidas de mitigação, nesta fase, e ao destino do material dragado. A disponibilidade de dados e atualização dos mesmos é algo bastante importante, dadas as mais-valias que daí se podem retirar. O registo e organização de materiais imersos em quantidades, tipo, local e data poderão permitir ilações e conclusões mais corretas e com uma base de justificação.

“Relativamente à realização dos EIA, é preferível que estes sejam elaborados em fase de estudo prévio, a mais precoce, do que em fase de projeto de execução, já mais adiantada no projeto, não dependendo dos pareceres estudados durante a AIA para seleccionar a melhor das opções”(Couto e Veloso Gomes, 2011). Conclui-se, pois, que o EIA deve ser apresentado numa fase inicial e, para além disto, tal como

já foi referido neste trabalho, para evitar problemas com uma duração temporal considerável, como o de alguns casos apresentados neste capítulo, constata-se a necessidade de um melhor esclarecimento do público e o seu envolvimento, desde cedo, no projeto. Isso solucionaria alguns destes conflitos e tornaria todo este processo mais transparente e o mais consensual possível. Assim, a maioria dos problemas seria resolvida antecipadamente.

6.10.SÍNTESE

Neste capítulo, abordaram-se impactes ambientais resultantes da execução de obras marítimas portuárias, atuais, no contexto português. Ainda se realizou uma breve descrição da legislação em vigor, aplicável a obras marítimas; o processo de avaliação de impacte ambiental; as entidades envolvidas e as suas competências. Descreveram-se e tipificaram-se, sucintamente, os impactes ambientais, de forma generalizada e global, seguindo os descritores utilizados nos EIA. Apresentaram-se, resumidamente, as medidas de mitigação de impactes ambientais propostas pela APA. Analisou-se e realizou-se a comparação entre as classificações atribuídas pelos dois estudos de avaliação de impactes ambientais para o prolongamento do quebramar no Porto de Leixões, com o objetivo de observar as situações críticas identificadas e comparar as principais diferenças e suas fundamentações. Pretende-se retirar lições para situações que venham a suceder no futuro, ensinamentos deste processo, numa perspetiva de otimização e de sensibilização ambiental. Relativamente aos vários projetos apresentados, descreveram-se os impactes mais significativos, as suas repercussões a vários níveis, e a importância dos mesmos, na fase de exploração. Abordou-se e identificou-se o destino do material dragado, uma questão relevante que deve ser mais aprofundada nos EIA.

Os ensinamentos que se podem retirar desta análise efetuada, para outras situações e para o futuro, são que o processo deve ser mais esclarecedor e transparente para a população, através de sessões públicas de esclarecimento, visitas prévias à realização de trabalhos, consideração de um maior número de alternativas e de estudos.

De uma forma generalizada, pode-se concluir-se que alguns dos impactes negativos, na fase de construção, são reversíveis e temporários, mas que alguns dos impactes negativos, na fase de exploração, são irreversíveis e permanentes. Por conseguinte, para estes efeitos, é necessária uma melhor análise e atenção, bem como a consideração de extensão temporal mais alargada.

7

SÍNTESE E CONCLUSÕES

7.1. SÍNTESE E CONCLUSÕES

O principal objetivo deste trabalho foi realizar uma pesquisa bibliográfica para recolher dados referentes à quantificação da evolução das principais dimensões do navio e as implicações daí decorrentes. Ilustram-se algumas recomendações para o dimensionamento de canais de aproximação e bacias de manobras. Apresentam-se considerações para a formulação de planos estratégicos de desenvolvimento de portos e as principais diferenças ao nível de terminais portuários relativamente aos sistemas de movimentação de carga, configuração de terminais e expõem-se algumas considerações sobre a armazenagem de mercadoria.

Esta evolução das dimensões dos navios traz maiores volumes de carga para os portos e fomenta a necessidade destes evoluírem ou aumentarem as suas capacidades. Foi evidenciado a necessidade de rebaixar das cotas dos fundos dos canais de navegação e dos cais existentes para a receção desses navios de grande porte, a necessidade de equipamentos com mais capacidade para movimentação de carga, a necessidade de maiores e melhores áreas de terraplenos devido à evolução da quantidade de carga transportada pelos navios, e a necessidade de alguns terminais procurarem maiores profundidades. Foi também apresentada a necessidade imperiosa de dotar os cais de estruturas com capacidade estrutural para a implantação de novos equipamentos de cais e aptas para ações maiores sobre a estrutura

O papel fundamental dos portos para a economia de regiões leva a que estes tenham a necessidade de melhorar e de se adaptarem de modo a dar resposta à evolução do transporte marítimo internacional para continuarem competitivos. A implicação mais óbvia desta evolução das dimensões dos navios está ligada à melhoria dos canais de aproximação e das bacias de manobras. Os portos terão de aumentar a sua área de terrapleno por diversas razões: pela necessidade de maior área de armazenagem; pela necessidade de instalação de equipamentos de movimentação de carga; pela necessidade de instalação de acessibilidades; pela necessidade de maiores profundidades, entre outras.

Destacou-se, ainda, a importância dos diversos tipos de acessibilidades para as instalações portuárias e a relevância dos canais do Panamá e do Suez, no comércio mundial. Destacaram-se novas formas para a distribuição de carga no *hinterland*, através de novos conceitos ou da criação de plataformas logísticas com o objetivo de fornecer serviços fiáveis e competitivos.

Neste trabalho, provou-se que é imperativo fornecer condições adequadas para operacionalidade e segurança nos canais de aproximação e bacias de manobra, e elencaram-se alguns aspetos relevantes a considerar para o dimensionamento dos mesmos. Para tal, fez-se uma descrição de navios mercantes e algumas das características necessárias nos terminais portuários, em função do tipo de navio a que se destinam. Realçou-se, também a importância de analisar diversos cenários e outros aspetos, por vezes, menosprezados.

Este estudo permitiu compreender a necessidade das autoridades portuárias otimizarem os rendimentos dos terminais portuários, a fim de reduzir o tempo de permanência dos navios nos portos. Os rendimentos associados aos equipamentos de cais e sistemas de movimentação de carga são relevante bem como o número de cais de acostagem disponíveis. Assim, fundamentou-se a necessidade de reabilitação dos cais de acostagem para fornecer condições estruturais aptas para a receção de cargas cada vez maiores e equipamentos cada vez mais pesados e as ações do navio na estrutura. Justificou-se a necessidade de maiores profundidades nos cais, o que leva a que os portos invistam neste ponto.

Com base em exemplos de soluções adotadas nos portos, nacionais e internacionais, tipificaram-se estas soluções adotadas para a reabilitação de cais de acostagem. As limitações existentes condicionaram a evolução das infraestruturas portuárias para o plano de água. Com a apresentação da evolução de diversos portos, constatou-se a necessidade de construção/extensão de quebra-mares para instalação de terminais portuários, melhoria das condições de agitação, no interior do porto, ou melhoria das condições de segurança na aproximação aos portos. Enumeram-se as características dos principais locais de implantação de portos, remontou-se às suas origens históricas, sintetizaram-se os fatores que levaram à escolha desses locais e abordou-se a evolução do seu *layout*.

Para uma correta definição e quantificação destes impactes é imprescindível conhecer detalhadamente as características do local de implantação, assim como indispensável usar diversos dados, em quantidade e em qualidade.

Por último, descreveram-se alguns dos principais impactes ambientais associados à construção de obras marítimas. Na análise comparativa realizada, concluiu-se que se deve dar maior destaque e atenção aos impactes ambientais durante a fase de exploração, pois, na maioria dos casos, serão impactes permanentes e irreversíveis.

Neste trabalho, elencou-se a mudança de paradigma relativamente à filosofia adotada para o *layout* dos terminais portuários. No passado, valorizava-se muito o comprimento de cais disponível, mas, atualmente, valoriza-se mais a área de terrapleno.

Com o investimento na melhoria de canais artificiais pode atrair e alterar rotas comerciais existentes em complementaridade com outros projetos. Portanto, concluiu-se que as autoridades portuárias têm de investir em diversos aspetos para otimizarem os seus processos, serem competitivas e possuírem condições adequadas para a receção de navios com dimensões cada vez mais elevadas.

7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O curto espaço temporal para o desenvolvimento deste trabalho não permitiu uma análise mais aprofundada de alguns aspetos bastante importantes, no âmbito do seu conteúdo. Ainda assim, conseguiu-se expor e fundamentar, de uma forma breve, as principais implicações mais significativas, nas infraestruturas portuárias resultantes do aumento das principais dimensões dos navios.

Desta forma, sugere-se que, em trabalhos futuros, sejam elaborados guias para a minimização de impactes ambientais, na fase de exploração de obras marítimas portuárias. Para além disto, propõe-se uma análise mais detalhada destes impactes assim como a elaboração de uma matriz generalizada para os impactes associados às fases de construção e de exploração. Seria interessante realizar o estudo de casos internacionais, analisando as principais diferenças entre casos internacionais e nacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M., Coronado, D., Cerbán, M., Lopez, M.. (2006). *Economic Impact of the Container Traffic at the Port of Algeciras Bay*. Springer Berlin Heidelberg, Nova Iorque.
- Agerschou, H., Dand, I., Ernst, T. Ghos, H., Jensen, O., Korsgaard, J., Land, J., McKay, T., Oumeraci, H., Petersch, J., Runge-Schmidt, L., Svendsen, H.. (2004). *Planning and Design of Ports and Marine Terminals*. JOHN WILEY & SONS, New York.
- APBA. (2016). *Annual Report 2015*. APBA, Algeciras.
- APBA. (2017). *Plano Map 2016-2017*. APBA, Algeciras.
- APDL. (2006). *Plano Estratégico de Desenvolvimento do Porto de Leixões*. APDL, S.A., Porto.
- APDL. (2008). *Anos de Construção das Principais Obras nos Portos do Douro e Leixões*. APDL S.A., Porto.
- APDL. (2012). *Porto de Leixões, Obras Marítimas - Perfis Tipos*. APDL, S.A., Porto.
- APDL. (2015). *Quatro Décadas de Obras Geotécnicas no Porto de Leixões*. Sítio da Internet (http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/s5_6_hugolopesapresentacao_19539101056742f5e7896f.pdf). 24/06/2018.
- APDL. (2016). *Relatório de Sustentabilidade 2016*. APDL, S.A., Porto.
- APM. (2016). *APM Terminals Company Presentation – 1st Quarter 2016*. Sítio da Internet (<http://slideplayer.com/slide/11197274/#>). 24/06/2018.
- APV. (2014). *Eduardo Cabello, Artífice del Puerto de Vigo – Núm. 11 a 23*. APV, Vigo.
- ArcelorMittal. (2009). *Foundation Solutions for Projects Harbour Construction – Innovative steel sheet pile solutions for modern ports*. Sítio da Internet (http://sheetpiling.arcelormittal.com/uploads/files/AMCRPS_Harbour_Construction_2009_HQ.pdf). 24/06/2018.
- ARQPAIS (2010). *Expansão do Terminal de Contentores de Alcântara Estudo Prévio : Estudo de Impacte Ambiental Volume I - Resumo Não Técnico*. Sítio da Internet (<http://siaia.apambiente.pt/AIADOC/AIA2236/RNT2236.pdf>). 24/06/2018.
- Atkins. (2009). *Projecto da Reconfiguração da Barra do Porto de Aveiro - Estudo de Impacte Ambiental Resumo Não Técnico*. Sítio da Internet (http://www.eib.org/attachments/pipeline/20040055_nts_pt.pdf). 24/06/2018.
- Azevedo, A. N., Pio, L. G.. (2016). *Entre o porto e a história: revitalização urbana e novas historicidades no porto do Rio de Janeiro com vistas às Olimpíadas de 2016*. Revista Tempo e Argumento v. 8, n. 19, set./dez. 2016, p. 185 - 208, Florianópolis.
- Azevedo Lima, A. (1957). *Termos Náuticos*, Ministério da Marinha, Rio de Janeiro.
- Bersani P., Moretti D.. (2008). *Historical evolution of the coastline near the Tiber river's mouth*, «L'Acqua» n. 5, pp. 77-88.

Brown Brothers Harriman. (2015). *Redrawing Global Shipping Routes: The Panama Canal Gets an Upgrade*. Sítio da Internet

(<https://www.bbh.com/resource/blob/10962/7a4e58c5d9870baa3e8c45263f1e5ed3/commodity-markets-update-december-2015-pdf-data.pdf>). 24/06/2018.

Burton, J. D.. (1976). *Basic properties and processes in estuarine chemistry*. MÓSCA, N. P, Concentração de Mercúrio nas águas e sedimentos da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro.

Carlo, H., Vis, I., Roodbergen; K.. (2013). *Storage yard operations in container terminals: Literature overview trends, and research directions*. European Journal of Operational Research. Volume 235, Issue 2. 01/06/2014, p.412-430, Elsevier, Groningen.

Carral, Luis & Tarrio-Saavedra, Javier & Castro-Santos, Laura & Lamas, M.I. & Sabonge, Rodolfo. (2018). *Effects of the Expanded Panama Canal on Vessel Size and Seaborne Transport*. PROMET - Traffic&Transportation Vol. 30, 2018, No. 2, 03/05/2018, p. 241-251.

Carvalho, J., Guedes, A., Arantes, A., Martins, A., Povoas, A., Luís, C., Dias, E., Dias, J., Menezes, J., Ferreira, L., Carvalho, M., Oliveira, R., Azevedo, S., Ramos, T.. (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Edições Silabo, Lisboa.

Chu, C.-H., Ledermann N.. (2017). *Panama Canal Utilization*. Sítio da Internet

(<https://library.ctr.utexas.edu/ctr-publications/5-6690-01/prp1.pdf>). 24/06/2018

Consulmar. (2017). *Dragagem do Canal de Acesso aos Estaleiros Navais de Viana do Castelo Estudo de Impacte Ambiental – Volume II – Relatório Técnico*. Lisboa

Consulmar. (2018). *Dragagem do Canal de Acesso aos Estaleiros Navais de Viana do Castelo Estudo de Impacte Ambiental – Volume I – Resumo Não Técnico*. Lisboa.

Correia, N.. (2009). *Soluções alternativas para o prolongamento de quebra-mares de taludes Caso de estudo: Molhe Norte do Porto da Figueira da Foz*. Dissertação de Mestrado, FEUP.

Couto, N.. (2011). *Estudo de Impactes Ambientais de Estruturas Portuárias - Contributos para uma Reformulação*. Dissertação de Mestrado, FEUP.

Couto, N., Veloso Gomes, F.. (2011). *Estudo de Impactes Ambientais de Estruturas Portuárias – Contributos para uma Reformulação*. 6.^{as} Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, FEUP, Porto.

Cullinane K., Yim Yap W., S.L. Lam J. (2006). chapter 13 - the port of singapore and its governance structure. In *Devolution, Port Governance and Port Performance*, p. 285-310, Elsevier Ltd, Amesterdão.

Dalrymple, R.W., Zaitlin, B.A., Boyd, R. (1992). *Estuarine Facies Models: Conceptual Basis and Stratigraphic Implications*. Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 62, Nº 6, Novembro de 1992, p. 1130-1146, Society for Sedimentary Geology.

Dias, P. (2009). *Soluções técnicas para o rebaixamento dos fundos de cais acostáveis*. Dissertação de Mestrado, FEUP.

Franco, L., Tomasicchio G.. (1993). *Hydraulic and mathematical modelling of historical and modern seawalls for the defense of Venice lagoon*, Proc. 23rd ICCE Int. Conf. Coastal Engineering, Vol. 2, p.1879-1895, Veeza, 4-9 Outubro, 1992, Ed.B.Edge, ASCE, Nova Iorque.

- Franco, L.. (1996). *Ancient Mediterranean harbours: a heritage to preserve*, *Ocean & Coastal Management*, Volume 30, Issues 2–3. Elsevier Science Ltd, Irlanda do Norte.
- Franco, L., Noli, A.. (2009). *Archaeologia Maritima Mediterranea – An International Journal of Underwater Archaeology*. Frabrizio Serra Editore, Pisa.
- Freire, J., Alonso, E., Arquero, F., González, V.. (2012). *The Project of the New Outer Port of A Coruña, Spain*. PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles dedicated to Spain, Host Country of PIANC's AGA 2012, , p.225 - 240, PIANC, Bruxelas.
- Gutiérrez-Serret, R., Grassa, J.M., Grau, J.I.. (2009). *Breakwater Development in Spain. The Last Ten Years. Presented at Coasts, Marine Structures and Breakwaters 2009 Adapting to Change*. Sítio da Internet
(<http://www.kennisbank-waterbouw.nl/breakwaters/reference/BRKref118.pdf>). 24/06/2018.
- Hillewaere e Feremans, (2016). *Renovation of the historical scheldtquay walls in Antwerp*. PIANC Yearbook 2015 – Technical Articles dedicated to Belgium, Host Country of PIANC's AGA 2016, p. 170 – 180, PIANC, Bruxelas.
- Hoel, L., Giuliano, G., Meyer, M.. (2010). *Intermodal Transportation Moving Freight in a Global Economy – Moving Freight in a Global Economy*. Transportation Research Forum, Paris.
- HWI, Biermann, F., Wedemeier, J.. (2016). *Hamburg's port position: Hinterland competition in Central Europe from TEN-T corridor ports*. Sítio da Internet
(http://www.hwwi.org/fileadmin/hwwi/Publikationen/Publikationen_PDFs_2016/HWWI_ResearchPaper_175.pdf). 24/06/2018.
- IHRH, Veloso Gomes, F.. (1988). *Plano Diretor das Estruturas de apoio à atividade piscatória profissional na Afurada*. Laboratório de Hidráulica, Porto.
- IHRH, Veloso Gomes, Taveira Pinto, F., Santos, P., Lopes, H.. (2006). *Revitalização do Molhe Sul e Espaços adjacentes, Nova Estação de Passageiros e Espaços Adstritos. Relatório de Suporte ao Estudo Prévio. Fase 3*. IHRH, Porto.
- IHRH, Ferreira da Silva, L., Veloso Gomes, F., Taveira Pinto, F., Santos, P., Lopes, H.. (2008). *Terminal de Cruzeiros de Leixões: Arquitetura e Engenharia Portuária*. IHRH, Porto.
- IHRH. (2013). *Projeto de Criação de um novo terminal para contentores no porto de Leixões, relatório final*. IHRH, Porto.
- ISL. (2017). *Shipping Statistics and Marketing Review 2017-Volume 61*, Institute of Shipping Economics and Logistics, Bremen
- ISO Technical Committee ISO/TC 8. (1983). *Roll on/Roll off ship-to-shore connection — Interface between terminals and ships with straight stern/bow ramps*.
- ISO Technical Committee 8/Subcommittee 19. (2014). *Ships and marine technology*.
- ISO freight containers — Classification, dimensions and ratings
- IWR. (2012). *Navigation Study for Jacksonville Harbor (Mile Point), Final Report, Integrated Feasibility Report and Environmental Assessment*. USACE, Duval County, Florida.

- IWR, USACE. (2012). *U.S. Port and Inland Waterways Modernization: Preparing for Post-Panamax Vessels*. USACE, Washington D.C..
- Jiménez, A., Pérez, J.. (2012). *Port of Algeciras Bay New Facilities at Isla Verde Exterior*. PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles dedicated to Spain, Host Country of PIANC's AGA 2012, p.165-174, PIANC, Bruxelas.
- Kluth, A., Ehmen, J.. (2011). *Jadeweser Port Wilhelmshaven – Port Construction and Logistics*. PIANC Yearbook 2010 – Technical Articles, p.169 - 178, PIANC, Bruxelas.
- Lopes, H. (2005). *Ensaio em modelo físico do comportamento hidráulico e estrutural do quebra-mar norte do porto de Leixões*. Dissertação de Mestrado, FEUP
- Martingo, J. (2014). *Elementos geométricos para o planeamento físico de terminais portuários*. Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Merk, O., Notteboom, T..z (2015), *Port Hinterland Connectivity*. International Transport Forum Discussion Papers, No. 2015/13, Maio 2015 OECD Publishing, Paris.
- Nemus. (2014). *Estudo de Impacte Ambiental da Expansão do Terminal de Contentores (TXXI) do Porto de Sines(3º e 4º Fase)*.
- Nemus. (2018). *Estudo de Impacte Ambiental do Prolongamento do Quebramar Exterior do Porto de Leixões, Vol. I – Relatório Síntese*
- Newman, J.. (1977). *Marine Hydrodynamics*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Notteboom, T., Rodrigue, J-P.. (2005). *Port Regionalization: Towards a New Phase in Port Development*. Maritime Policy and Management, vol. 32, nº 3, p. 297-313.
- Ocean Shipping Consultants. (2016). *Container Traffic Forecast Study – Port of Vancouver, 2016*. Royal HaskoningDHV, Londres.
- PIANC. (2014). *Harbour Approach Channels Design Guidelines. Report nº 121 – 2014*. PIANC, Bruxelas.
- Pinto, C.. (2016). *Metodologia e conteúdos específicos para um estudo de impacte ambiental de intervenções portuárias: o prolongamento do quebramar norte do Porto de Leixões*. Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Plan for Fjordbyplanen. (2008). *Fjordbyplanen - Prinsipper for utvikling av helheten i Fjordbyen og for delområder - Planprogram for Filipstad, Vippetangen og Alnas utløp (Principios para o desenvolvimento para as Fiordes e areas adjacentes – planos para Filipstad, Vippetangen e Alnas)*. Plan- og bygningsetaten, Oslo.
- Porto de Aveiro. (2009). *A Economia Marítima (ainda) existe? O PORTO DE AVEIRO: Passado, Presente e Futuro*. Sítio da Internet (<http://slideplayer.com.br/slide/13685/>). 24/06/2018.
- Porto de Hamburgo. (2015). *Transport on Rails*. Sítio da Internet (https://www.hafen-hamburg.de/downloads/media/dokumente/FINAL_PoH%20Magazine%204-15_EN.pdf) . 24/06/2018.
- Porto de Hamburgo. (2017). *Port of Hamburg Press Conference 2017*. Sítio da Internet (https://www.hafen-hamburg.de/downloads/media/dokumente/hhm-jpk-2017-16zu9_ENG.pdf). 24/06/2018.

Proman. (2017). *Estudo de Impacte Ambiental do Projecto de Melhoria da Acessibilidade Marítima ao Porto de Setúbal – Volume IV – Resumo Não Técnico*. Lisboa.

Taveira Pinto, T.. (2017). *Dimensionamento Hidráulico. Estruturas de Quebramares de Talude*. Elemento de consulta na disciplina de Trabalhos Marítimos I, 5º ano de Licenciatura em Engenharia Civil da FEUP.

Ribeiro, S.. (2015). *Vilas Piscatórias Algarvias – Analise da Evolução Urbana*. Dissertação de Mestrado, IST.

ROM 2.0. (2013). *Recomendaciones para el proyecto y ejecución en obras de atraque y amarre*. Puertos del Estado, Madrid.

ROM 3.1-99. (2007). *Recommendations for the Design of the Maritime Configuration of Ports, Approach Channels and Harbour Basins*. Puertos del Estado, Madrid.

Royal Haskoning DHV. (sem data). *The Venice Offshore-Onshore Terminal Concept*. Sítio da Internet (<https://www.royalhaskoningdhv.com/-/media/royalhaskoningdhvcorporate/files/global/innovation/the-venice-offshore-terminal-final---article---client-approved.pdf>). 24/06/2018.

Shepherd, W.. (1911). *Historical Atlas* New York: Henry Holt & Co. p. 34-35. Courtesy of the University of Texas Libraries, The University of Texas at Austin. Perry-Castañeda Library Map Collection.

Soons, D.. (2011). *The determination and division of benefits among partners of a horizontal cooperation in transportation*. Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica de Eindhoven.

Suez Canal. (2017). *Traffic Statistics – Annual Report 2017*. Sítio da Internet (<https://www.suezcanal.gov.eg/English/Downloads/DownloadsDocLibrary/Navigation%20Reports/Annual%20Reports%E2%80%8B%E2%80%8B%E2%80%8B/2017.pdf>). 24/06/2018.

Thues G., Thibaut W., De Schrijver P., Charlier R., Laforce E., Meyvis L., Corluy L., Boucquet P., Dupont S., Himpe J., Elskens F., Ponnet L., Augusteyns F., Dedeyne R., Bourgois. (1993). *Renovation of the existing port infrastructure Making the America Dock, Albert Dock and 3rd Harbour Dock accessible for Panamax vessels*. Porto de Antuérpia, Antuérpia.

Tewes, K.. (2013). *Duluth-Superior Cruise Ship Terminal Facility Study*. Sítio da Internet (<http://dsmic.org/wp-content/uploads/2017/01/Duluth-Superior-Cruise-Ship-Terminal-Study.pdf>) . 24/06/2018.

UNCTAD. (1985). *Port Development – A handbook for planners in developing countries*. UNCTAD, Nova Iorque.

UNCTAD. (2017). *Review of Maritime Transport*. UNCTAD, Nova Iorque.

UNEP. (2014). *Thematic focus: Ecosystem management, Environmental governance, Resource efficiency*. Sítio da Internet (https://na.unep.net/geas/getUNEPPageWithArticleIDScript.php?article_id=110)—. 24/06/2018

USACE. (2002). *Coastal Engineering Manual*. USACE, Washington, D.C..

USACE. (2012). *U.S. Port and Inland Waterways Modernization: Preparing for Post-Panamax Vessels report*. Sítio da Internet

(https://www.iwr.usace.army.mil/Portals/70/docs/portswaterways/rpt/June_20_U.S._Port_and_Inland_Waterways_Preparing_for_Post_Panamax_Vessels.pdf) . 24/06/2018.

USACE. (2014). *Jacksonville Harbor Channel Deepening*. Sítio da Internet (http://www.saj.usace.army.mil/Portals/44/docs/Navigation/JAX_HARBOR_CWRB_FINAL022414.pdf) . 24/06/2018.

Van der Horst M., Van der Lugt L.. (2009). *Coordination in railway hinterland chains - An institutional analysis*. Proceedings of the International Association of Maritime Economists Conference, 24–26 Junho 2009, Copenhaga, Dinamarca, p. 231 – 253, Jean-François Auger, Jan Jaap Bouma and Rolf Künneke, eds. (2009).

Veloso Gomes, F.. (1976). *Transportes Marítimos Navios Mercantes*. Laboratório de Hidráulica, FEUP.

Veloso Gomes, F.. (2008). Veloso-Gomes (2008), F.. *Estruturas de Acostagem e Amarração*. FEUP Porto.

Veloso Gomes, F. (2017). *Intervenções e estruturas de defesa costeira (1)*. Elemento de consulta na disciplina de Trabalhos Marítimos II, 5º ano de Licenciatura em Engenharia Civil da FEUP.

Verhoeven, P.. (2018). Terra Et Aqua #150 – March 2018, Entrevista p. 31, IADC, Holanda.

Videira, M.. (2018). *Porto de Sines: Avança o terminal, acabam as ondas*. TSF Online, 18/05/2018. Sítio da Internet (<https://www.tsf.pt/sociedade/ambiente/interior/porto-de-sines-avanca-o-terminal-acabam-as-ondas-9353309.html>). 24/06/2018.

Ward P.. (2014). *Establishing guidelines for port hinterland intermodal inland waterway transport network design - design of an intermodal inland waterway transport network for the hinterland of the Port of Amsterdam*. Dissertação de Mestrado, Delft University of Technology.

Sítios da Internet

www.aia.com

www.algarveimobiliaria.com

www.antaq.gov.br

www.apambiente.pt

www.apba.es

www.apdl.pt

www.apvigo.es

www.bbh.com

www.brasil.gov.br

www.britannica.com

www.commonswikimedia.org

<http://corporate.arcelormittal.com>

www.data.gov.sg
www.dstandish.com
www.dunkerque-port.fr
www.ec.europa.eu/eipp
www.eia.gov
www.emersonkent.com
www.eplobito.net
www.forwardflorida.com
www.hafen-hamburg.de
www.hamburg.com/port/
www.icsa.pt
<http://kiel-canal.de>
<http://live.comune.venezia.it/>
www.macgregor.com
<https://manoa.hawaii.edu>
www.mpa.gov.sg
www.nationalgeographic.com
www.nlb.gov.sg
www.ordemdosengenheiros.pt
www.oslo.kommune.no
www.panamacanal.salini-impregilo.com
www.pancanal.com
www.panynj.gov
www.portalnok.de
www.portodafigueiradafoz.pt
www.portodeaveiro.pt
www.portodelisboa.pt
www.portodesines.pt
www.portofantwerp.com
www.portoflosangeles.org
www.portofrotterdam.com
www.portoluanda.co.ao
www.portugal.gov.pt

www.puertos.es

<http://quicktake.morningstar.com/stocknet/secdocuments.aspx?symbol=600018&country=chn>

www.royalhaskoning.com

www.shipfinance.dk

www.shipmap.org

www.ship-technology.com

www.singaporepsa.com

<http://singstat.gov.sg>

www.suezcanal.gov.eg

www.telegraph.co.uk

www.theatlantic.com

www.tsf.pt

www.usatoday.com

<http://viana.apdl.pt>

ANEXOS

ANEXO A: DIMENSIONAMENTO DOS CANAIS DE APROXIMAÇÃO E DAS BACIAS DE MANOBRAS

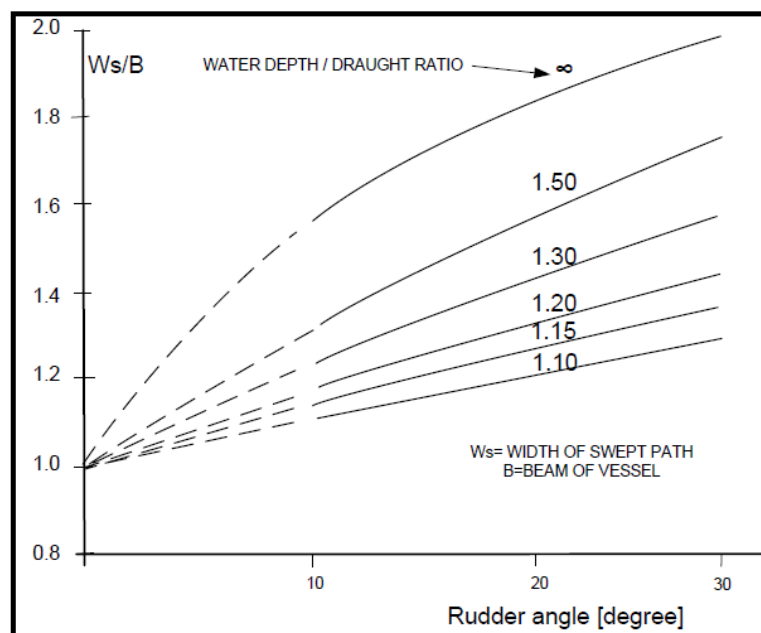


Figura 112 - Âbaco para determinação da largura adicional em troços curvos – Fonte: PIANC, 2014

Width for passing distance W_p	Outer Channel (open water)	Inner Channel (protected water)
Vessel speed V_s (knots)		
- fast: $V_s \geq 12$	$2.0 B$	$1.8 B$
- moderate: $8 \leq V_s < 12$	$1.6 B$	$1.4 B$
- slow: $5 \leq V_s < 8$	$1.2 B$	$1.0 B$

Figura 113 – Distância adicional (W_p) para canais com duas vias de navegação – Fonte: PIANC, 2014

Width W_i	Vessel Speed	Outer Channel (open water)		Inner Channel (protected water)	
(a) Vessel speed V_s (kts, with respect to the water) $V_s \geq 12$ kts $8 \text{ kts} \leq V_s < 12$ kts $5 \text{ kts} \leq V_s < 8$ kts	fast			0.1 B	
	mod			0.0	
	slow			0.0	
(b) Prevailing cross wind V_{cw} (kts) - mild $V_{cw} < 15$ kts ($<$ Beaufort 4) - moderate $15 \text{ kts} \leq V_{cw} < 33$ kts (Beaufort 4 - Beaufort 7) - strong $33 \text{ kts} \leq V_{cw} < 48$ kts (Beaufort 7 - Beaufort 9)	fast			0.1 B	
	mod			0.2 B	
	slow			0.3 B	
	fast			0.3 B	
	mod			0.4 B	
	slow			0.6 B	
	fast			0.5 B	
	mod			0.7 B	
	slow			1.1 B	
(c) Prevailing cross-current V_{cc} (kts) - negligible $V_{cc} < 0.2$ kts - low $0.2 \text{ kts} \leq V_{cc} < 0.5$ kts - moderate $0.5 \text{ kts} \leq V_{cc} < 1.5$ kts - strong $1.5 \text{ kts} \leq V_{cc} < 2.0$ kts	all	0.0		0.0	
	fast	0.2 B		0.1 B	
	mod	0.25 B		0.2 B	
	slow	0.3 B		0.3 B	
	fast	0.5 B		0.4 B	
	mod	0.7 B		0.6 B	
	slow	1.0 B		0.8 B	
	fast	1.0 B		-	
	mod	1.2 B		-	
	slow	1.6 B		-	
(d) Prevailing longitudinal current V_{lc} (kts) - low $V_{lc} < 1.5$ kts - moderate $1.5 \text{ kts} \leq V_{lc} < 3$ kts - strong $V_{lc} \geq 3$ kts	all	0.0			
	fast	0.0			
	mod	0.1 B			
	slow	0.2 B			
	fast	0.1 B			
	mod	0.2 B			
(e) Beam and stern quartering wave height H_s (m) - $H_s \leq 1$ m - $1 \text{ m} < H_s < 3$ m - $H_s \geq 3$ m	all	0.0		0.0	
	all	~0.5 B		-	
	all	~1.0 B		-	
(f) Aids to Navigation (AtoN) - excellent - good - moderate		0.0			
		0.2 B			
		0.4 B			
(g) Bottom surface - if depth $h \geq 1.5 T$ - if depth $h < 1.5 T$ then - smooth and soft - rough and hard		0.0			
		0.1 B			
		0.2 B			
(h) Depth of waterway h		$h \geq 1.5 T$	0.0 B	$h \geq 1.5 T$	0.0 B
		$1.5 T > h \geq 1.25 T$	0.1 B	$1.5 T > h \geq 1.15 T$	0.2 B
		$h < 1.25 T$	0.2 B	$h < 1.15 T$	0.4 B
(i) High cargo hazards		See explanation in box(i) overleaf			

Figura 114 – Largura adicional W_i para secções de canais retilíneos – Fonte: PIANC, 2014

No.	Ship Type	R_c
1	Cargo ship	$5 L_{oa}$
2	Small cargo ship	$6 L_{oa}$
3	Container ship (over Panamax)	$7 L_{oa}$
4	Container ship (Panamax)	$6 L_{oa}$
5	Very Large Bulk Carrier	$6 L_{oa}$
6	Large Bulk Carrier (Panamax)	$6 L_{oa}$
7	Small Bulk Carrier	$5 L_{oa}$
8	VLCC	$5 L_{oa}$
9	Small Tanker	$5 L_{oa}$
10	LNG ship	$4 L_{oa}$
11	Refrigerated Cargo Carrier	$5 L_{oa}$
12	Passenger Ship	$4 L_{oa}$
13	Ferry Boat	$5 L_{oa}$

Figura 115 – Raio de curvatura R_c em função do tipo de navio para uma razão $h/T=1.2$ – Fonte: PIANC, 2014

Width for bank clearance (W_{BR} and/or W_{BG})	Vessel Speed	Outer channel (open water)	Inner channel (protected water)
Gentle underwater channel slope (1:10 or less steep)	fast moderate slow	$0.2 B$ $0.1 B$ $0.0 B$	$0.2 B$ $0.1 B$ $0.0 B$
Sloping channel edges and shoals	fast moderate slow	$0.7 B$ $0.5 B$ $0.3 B$	$0.7 B$ $0.5 B$ $0.3 B$
Steep and hard embankments, structures	fast moderate slow	$1.3 B$ $1.0 B$ $0.5 B$	$1.3 B$ $1.0 B$ $0.5 B$
Note: 1. W_{BR} and W_{BG} are widths on 'red' and 'green' sides of channel			

Figura 116 – Largura adicional até à margem dos taludes W_{BR} e W_{BG} – Fonte: PIANC, 2014

Ship Manoeuvrability	Good	Moderate	Poor
Basic Manoeuvring Lane, W_{BM}	$1.3 B$	$1.5 B$	$1.8 B$

Figura 117 – Manobrabilidade do navio W_{BM} – Fonte: PIANC, 2014

**ANEXO B: EXEMPLOS DE PROJETOS DE AUMENTO DAS DIMENSÕES DOS CANAIS DE
APROXIMAÇÃO E DAS BACIAS DE MANOBRAS**

PORTO DE CANAVERAL, FLORIDA, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Localização: O porto situa-se na faixa atlântica da costa sudeste dos Estados Unidos da América, no estado da Florida, com ligação ao Oceano Atlântico.

Objetivos dos diferentes planos alternativos:

- Aumentar a profundidades dos canais de aproximação e da bacia de manobras;
- Aumentar a largura dos canais de aproximação.



Figura 118 – Elementos constituintes do canal – Fonte: nesta ficha

Exigências de Projeto:

Tabela 20 – Planos alternativos para aprofundamento do canal de aproximação e da bacia de manobras -

Fonte: nesta ficha

Elemento	Profundidade Existente		Plano 1		Plano 2		Plano 3	
Unidades	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m
Outer Reach	41	12,5	44	13,4	45	13,7	46	14.0
Middle Reach	41	12,5	44	13,4	45	13,7	46	14.0
Inner Reach	40	12,2	42	12,8	43	13,1	44	13.4
Middle Turning Basin	39	11,9	41	12,5	42	12,8	43	13.1
West Acess Channel	39	11,9	41	12,5	42	12,8	43	13.1
West-Turning Basin	31	9,4	35	10,7	35	10,7	35	10,7
Largura Existente (m)			Plano 1 (m)			Plano 2 (m)		
Largura do Canal	121,9		137,2			152,4		

Fontes: USACE. 2012. *CANAVERAL HARBOR, FLORIDA Integrated Section 203 Navigation Study Report & Final Environmental Assessment - Economics Appendix (sub-part of Volume 3) October 2012 (last revised February 2012)*

CANAL DE APROXIMAÇÃO AOS PORTOS DE NOVA JÉRSIA E DE NOVA IORQUE, NOVA IORQUE, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Localização: Nova Iorque, Estados Unidos da América, com ligação ao Oceano Atlântico.

Objetivos dos diferentes planos alternativos:

- Aumentar a profundidades para cerca dos 15,2 m (50 ft);
- Fornecer condições adequadas para a receção de navios *New Panamax* nos portos da cidade.

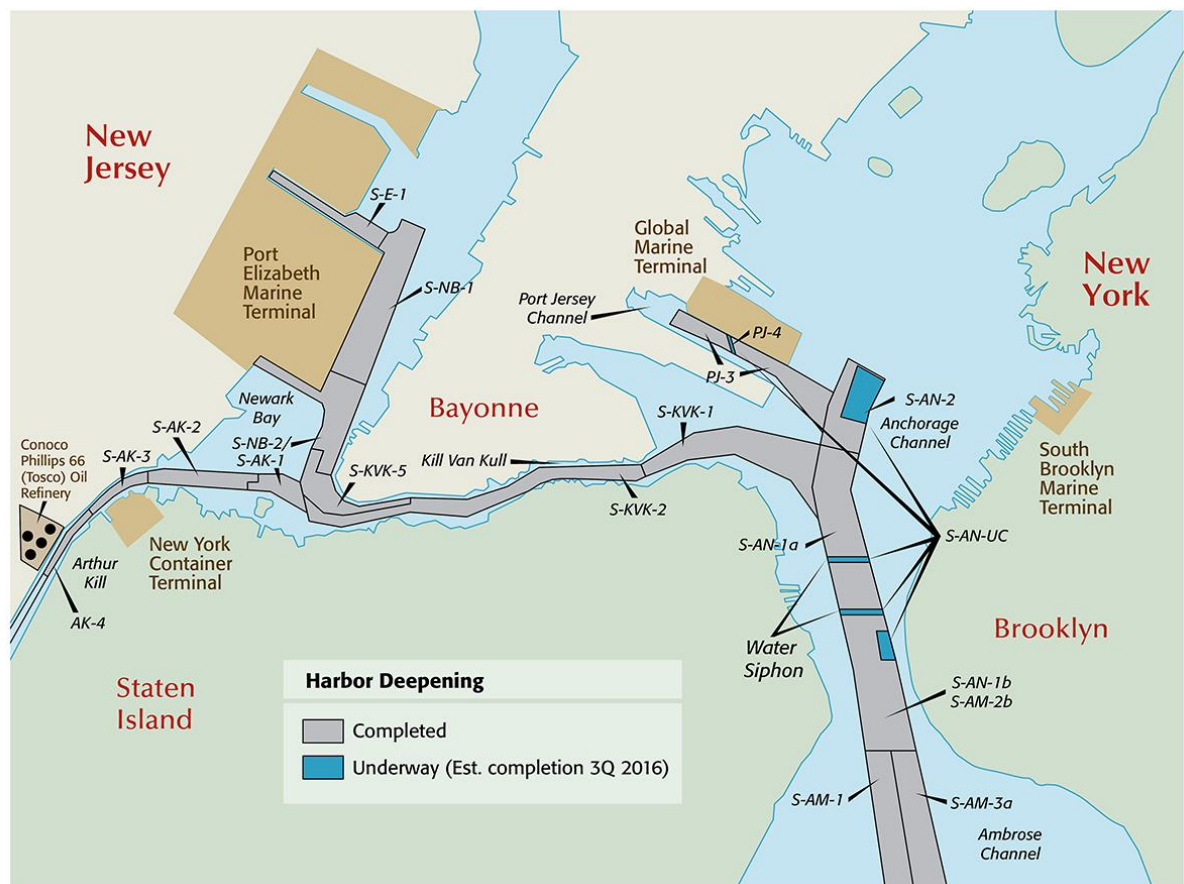


Figura 119 – Canal de aproximação e processo completado em 2016 – Fonte: panynj.gov

Fontes: www.panynj.gov ; <http://www.nan.usace.army.mil/Media/Fact-Sheets/Fact-Sheet-Article-View/Article/487407/fact-sheet-new-york-new-jersey-harbor-50-ft-deepening/>

PORTO DE PALM BEACH, FLÓRIDA, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Localização: Situado no Estado da Florida, Estados Unidos da América, com ligação ao Oceano Atlântico.

Objetivos dos diferentes planos alternativos:

- Aumentar a profundidades dos canais de aproximação e da bacia de manobras;
- Aumentar a largura dos canais de aproximação.



Figura 120 - Plano recomendado para melhoria do canal de aproximação em ft – Fonte: nesta ficha

Tabela 21 - Dimensões recomendadas para os diferentes elementos constitutivos do canal – Fonte: Adaptado nesta ficha

Elemento	Profundidade Existente		Profundidade Recomendada		Largura Recomendada	
	ft	m	ft	m	ft	m
North Turning Basin (NTB)	25	7,6	25	7,6	-	-
Main Turning Basin (MTB)	33	10,1	39	11,1	450	137,2
Inner Channel	33	10,1	39	11,1	450	137,2
Entrance Channel	35	10,7	41	12,5	440 a 460	134,1 a 140,2

Fontes: USACE. (2014). *Palm Beach County-Civil Works Review Board Presentation U.S. Corps of Engineers*, 2014

PORTO DA FIGUEIRA DA FOZ, FIGUEIRA DA FOZ, PORTUGAL

Localização: O porto na embocadura do rio Mondego, na costa Oeste de Portugal, com ligação ao Oceano Atlântico.

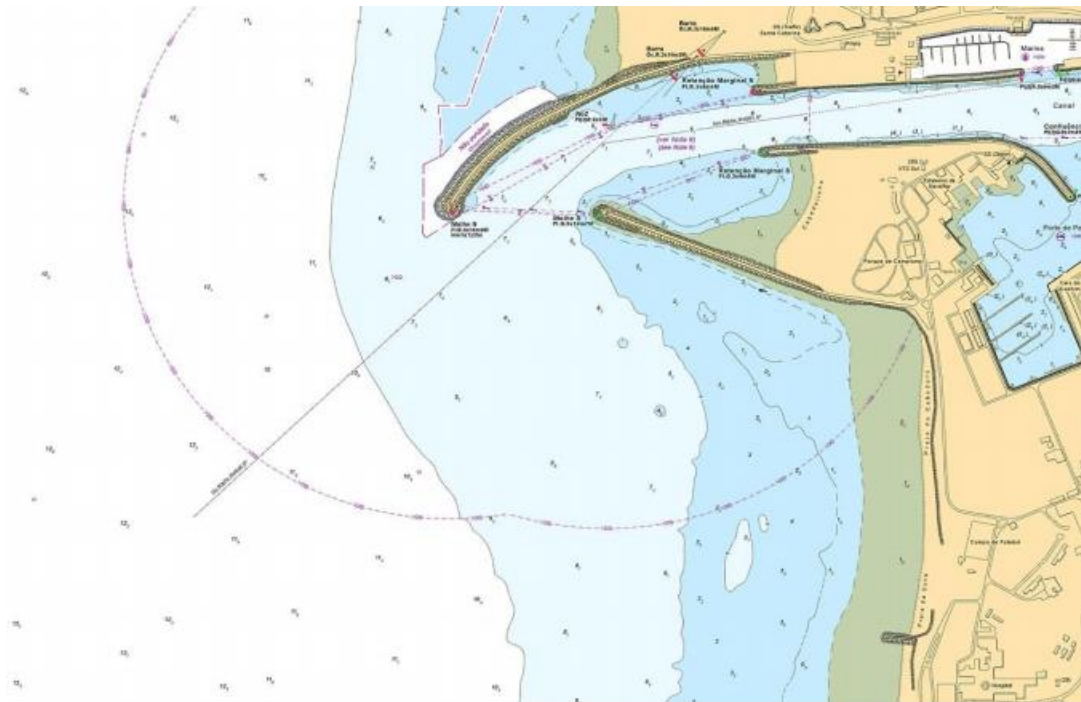


Figura 121 – Parte da carta náutica 26404 – Fonte: <https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=f21fc17e-c5f9-44af-b428-f1f61f7724c7> . Consultado em 25/06/2018.

Objetivos dos diferentes planos alternativos:

- Reduzir o assoreamento do canal de acesso ao porto que traz consequências nas condições de navegação;
- Melhorar as condições de acesso ao porto, passando de calados entre 5 a 5,5 m para aproximadamente 6,5 m.

ANEXO C: EXEMPLOS DE PROJETOS DE REABILITAÇÃO DE CAIS DE ACOSTAGEM

Nova Estrutura :

- Novo cais avançado 40 m em relação ao cais existente gravítico, através de uma nova cortina de estacas-pranchas;
- Ancoragem no tardo do na zona superior da parede.

Fases de Construção:

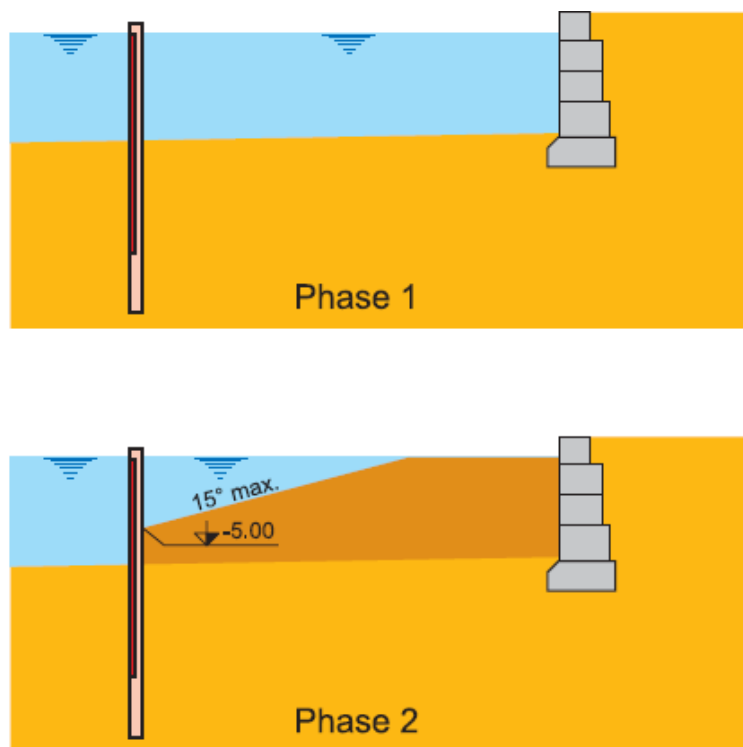


Figura 123 - Fases 1 e 2 - Fonte: ArcelorMittal, 2009

Fases 1 e 2: Implantação da cortina de estacas-prancha e do aterro

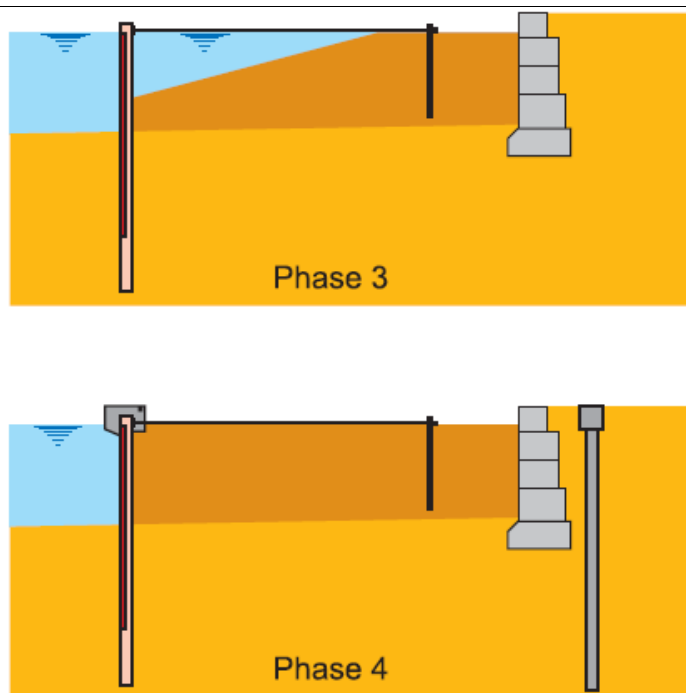


Figura 124 – Fases 3 e 4 - Fonte: ArcelorMittal, 2009

Fases 3 e 4: Implantação da parede e da ancoragem no tardoz na parte superior e finalização do aterro

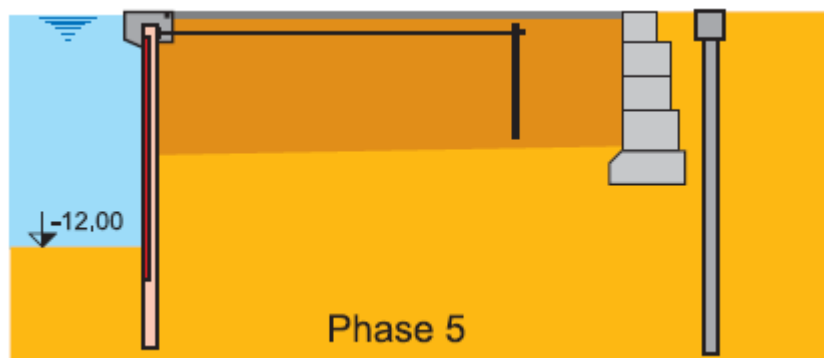


Figura 125 – Perfil da solução adotada - Fonte: ArcelorMittal, 2009

Fases 5: Dragagem para a cota de fundo pretendida

Fontes: ArcelorMittal. (2009).

CAIS 65 E 66, PORTO KAOHSIUNG, KAOHSIUNG, TAIWAN

Localização: Terminal de Contentores do Porto de Kaohsiung, na cidade de Kaohsiung, no Sudoeste da ilha de Taiwan, com ligação ao Mar da China Meridional.

Objetivos da intervenção :

- Aumentar a profundidade do cais de acostagem dos -12 m ao Z.H. para os -14.5 m ao Z.H. para dar respostas ao desenvolvimento de navios de grandes dimensões;
- Reconstruir a estrutura existente;
- Aumentar a eficiência do porto.

Nova estrutura:

- Cravação de uma cortina de estacas-pranchas na parte em contacto com a água;
- Injeção de betão para preencher o espaço entre a cortina e a parede da estrutura existente;
- Ancoragem da parte superior da cortina de estacas-pranchas;
- Cravação de estacas de betão.

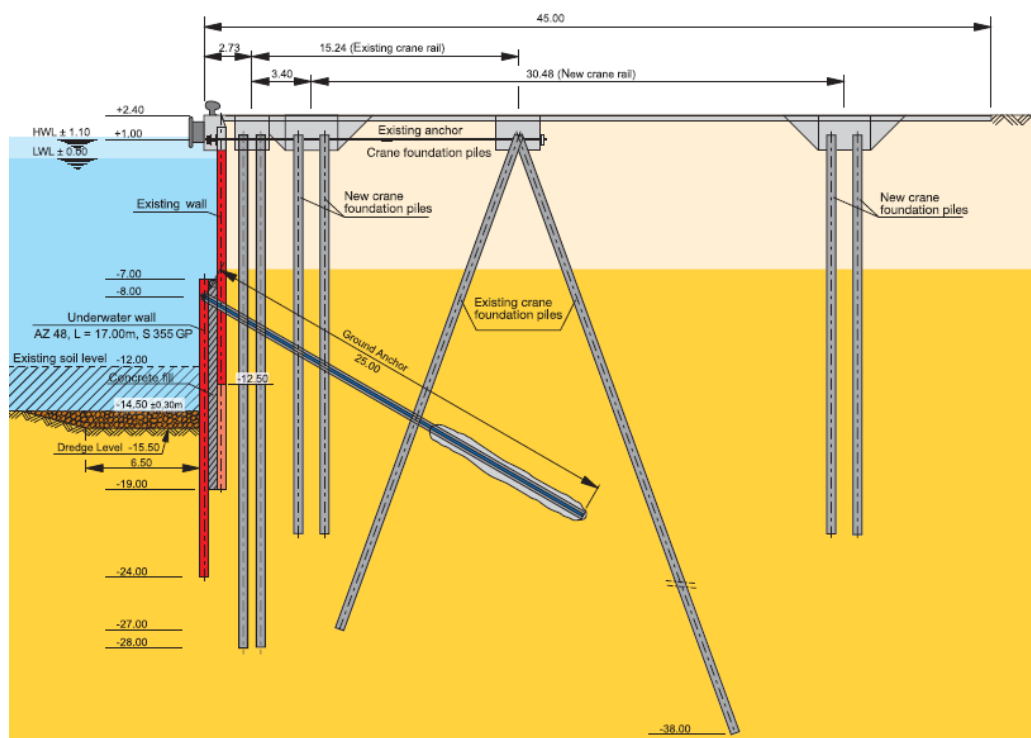


Figura 126 – Perfil da solução adotada - Fonte: ArcelorMittal, 2009

Fontes: ArcelorMittal. (2009).

CAIS 36, PORTO SEATTLE, WASHINGTON, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Localização: Washington, na costa leste dos Estados Unidos da América com ligação ao Oceano Pacífico. Cais para a Guarda-Costeira no Porto de Seattle.

Objetivos da intervenção:

- Aumentar a profundidade do cais de acostagem dos -3 m ao Z.H. para os -12 m ao Z.H.;
- Avaliar a resposta da estrutura às ações sísmicas.

Nova estrutura:

- Cravação de uma cortina de estacas-pranchas na parte em contacto com a água;
- Implementação de um novo sistema de defensas;
- Proteção catódica de diversos elementos metálicos;
- Cravação de estacas de betão.

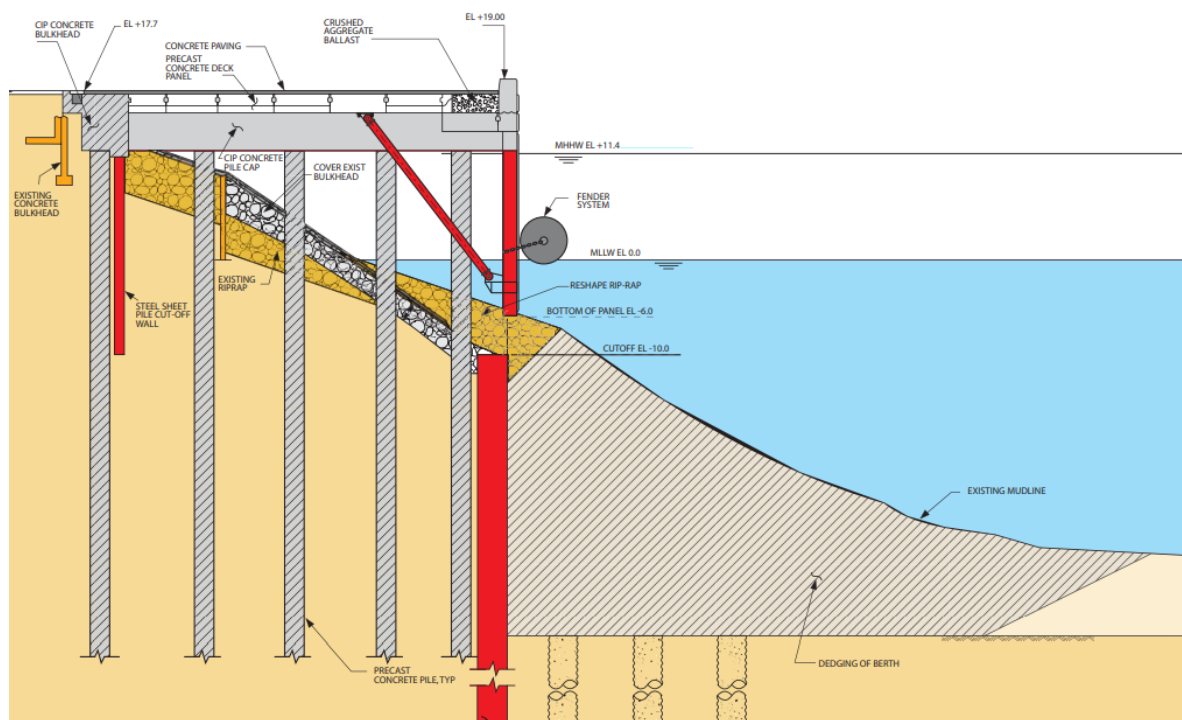


Figura 127 – Perfil transversal da solução adotada - Fonte: ArcelorMittal, 2009

Fontes: ArcelorMittal. (2009).

ALBERT DOCK II, PORTO DE ZEEBRUGE, BÉLGICA

Localização: Terminal de Contentores, do Porto de Zeebrugge na Bélgica, com ligação ao Mar do Norte

Objetivos da intervenção :

- Aumentar a profundidade do cais de acostagem para os -16 m ao Z.H.;
- Reforço estrutural.

Nova estrutura:

- Cravação de uma cortina de estacas-pranchas na parte em contacto com a água;
- Ancoragem no tardo na estrutura existente do tipo-dinamarquês.

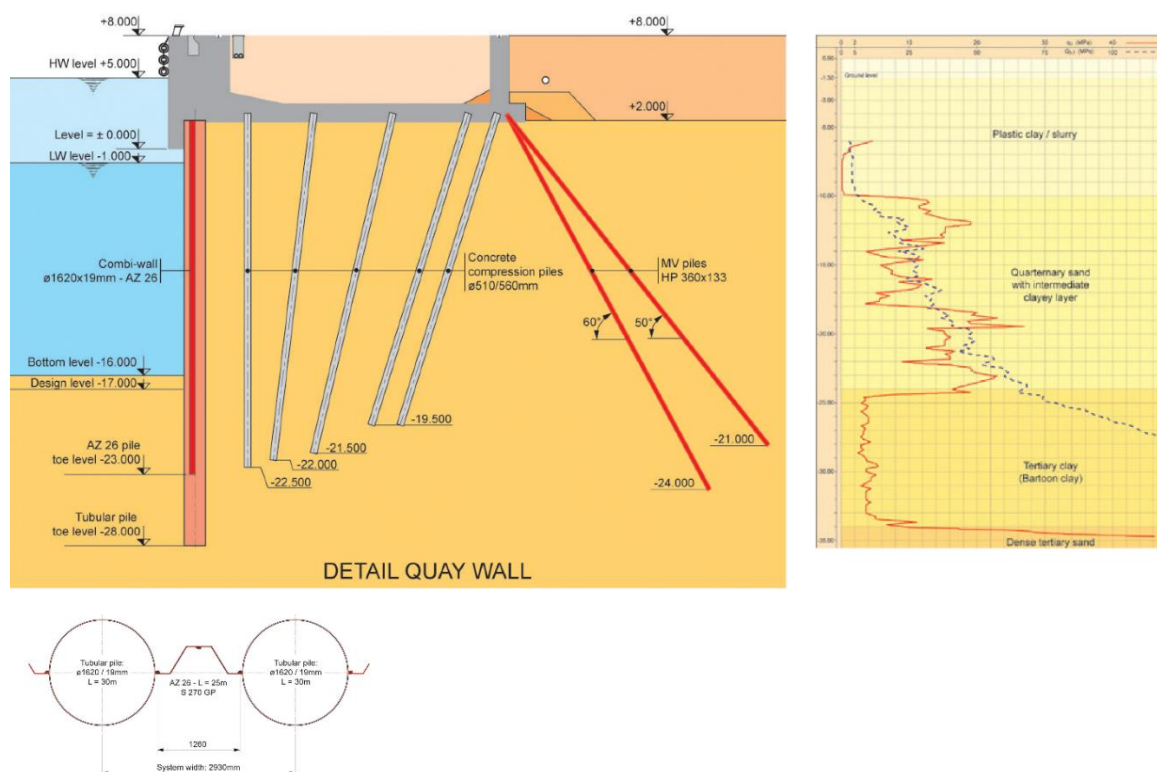


Figura 128 – Solução adotada, perfil e planta da cortina e ensaio CPT – Fonte na ficha

Fontes: Acerlor Mittal, *Quay walls – Zeebrugge, Case Study*. Sítio da internet

(<http://ds.arcelormittal.com/repository/Unassigned/Docs/Case%20studies/Zeebrugge1.pdf>).
25/06/2018.

ANEXO D: EXEMPLOS DE PROJETOS DE AMPLIAÇÃO DE TERRAPLENOS

PORTO DE TARRAGONA, TARRAGONA, ESPANHA

Localização: Terminal de Contentores, do Porto de Tarragona em Espanha, com ligação ao Mar Mediterrâneo.

Objetivos da intervenção:

- Aumentar do terraplino em aproximadamente 18 hectares;
 - Necessidade de extensão do terraplino e aumentar a área de armazenagem;
 - Realocar terminal de graneis líquidos existente;
 - Necessidade de fundações especiais para pórticos de cais de última geração.
-

Nova estrutura:

- Consolidação do solo na fundação;
 - Estrutura em caixões celulares;
 - Pilares de betão para suportar os pórticos de cais.
-

Evolução da obra:

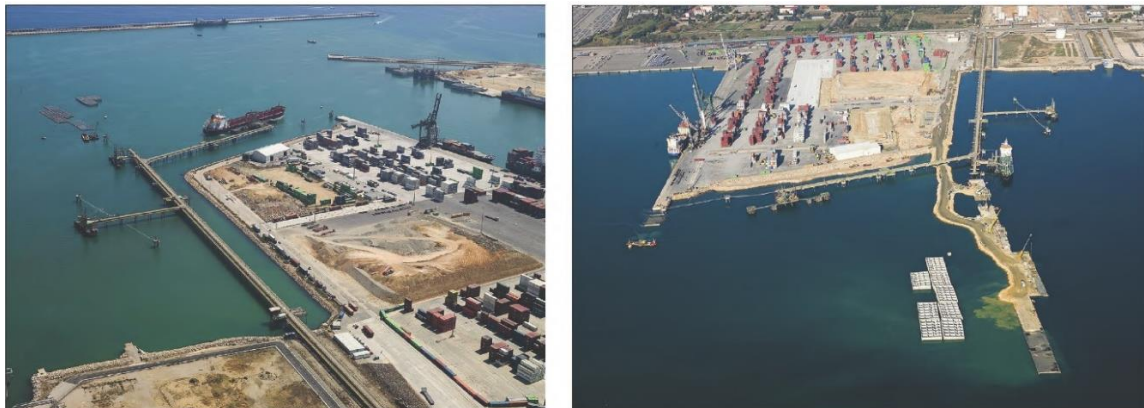


Figura 129 – Evolução dos trabalhos entre julho e novembro de 2009 – Fonte: PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles

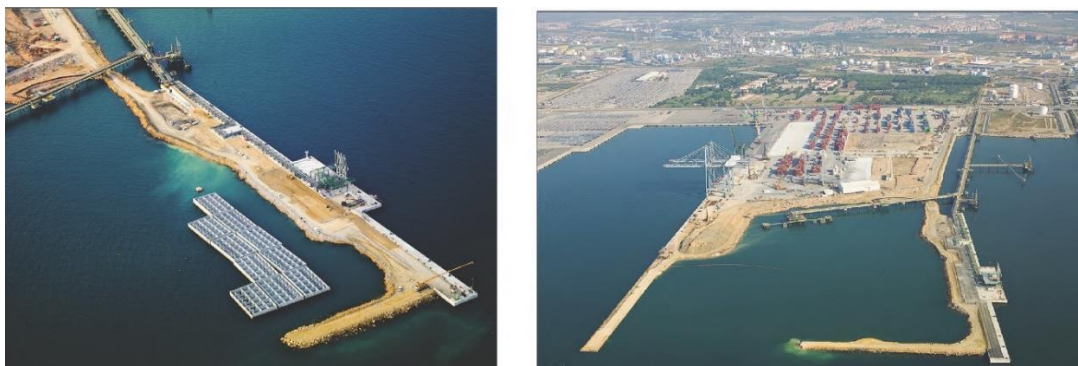


Figura 130 – Evolução dos trabalhos entre março e junho de 2010 – Fonte: PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles



Figura 131 – Evolução dos trabalhos entre setembro de 2010 e fevereiro de 2011 – Fonte: PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles

Estrutura:

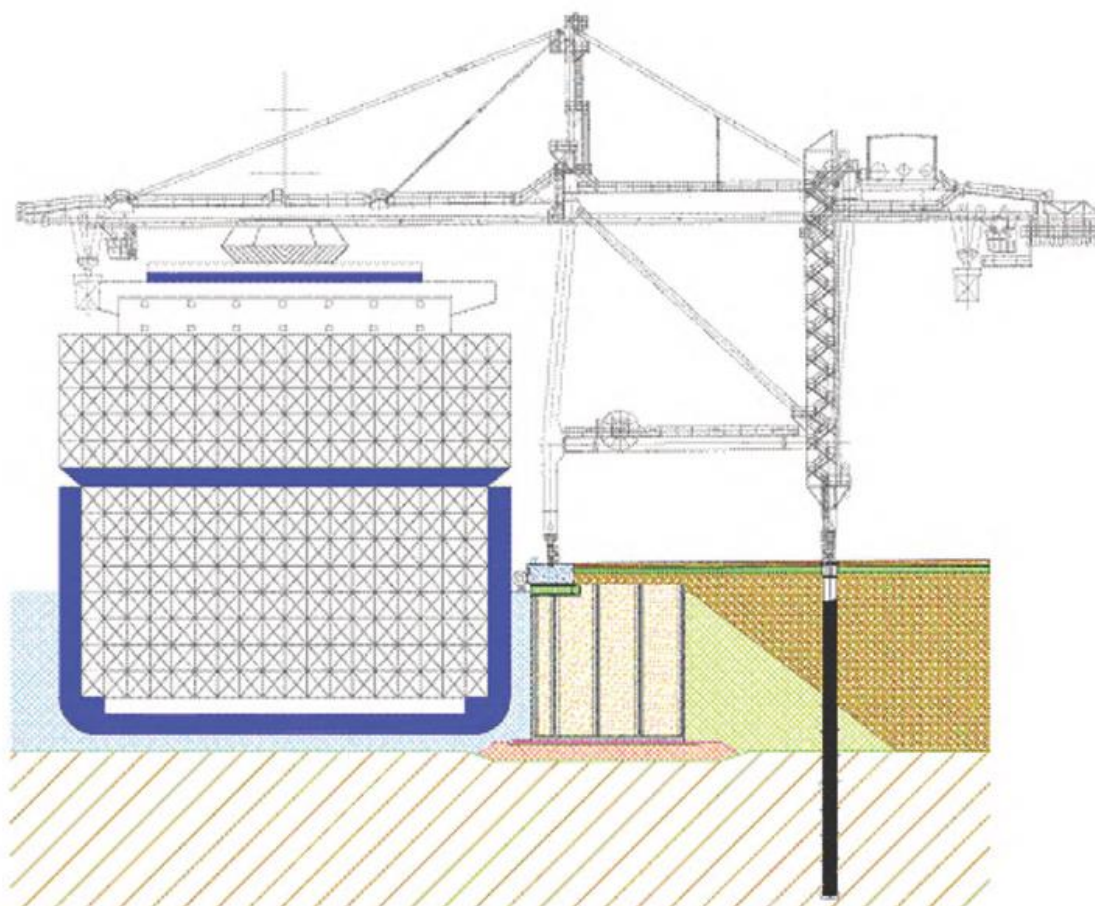


Figura 132 – Perfil Transversal do Cais – Fonte: PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles

Fontes:

- PIANC. (2012). PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles . PIANC, Bruxelas.
- UNCTAD. (2017). *Review of Maritime Transport*. UNCTAD, Nova Iorque.

EXPANSÃO DO PORTO DE GIJON, ESPANHA

Localização: Porto de Gijon na Baía Biscaia, Espanha, com ligação ao Oceano Atlântico



Figura 133 - Planta do Porto de Gijon – Fonte: Adaptado PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles

Objetivos da intervenção:

- Construção dos quebramares Norte e Torres para abrigar a baía da agitação marítima e também com função de cais de acostagem;
- Reconstrução de parte do molhe sul para completar a extensão do terrapleno (145 hectares);
- Construção de uma nova doca na parte norte da baía (apta para calados de 20 m).

Quebramar Torres (Quebramar de Estrutura Mista):

- H_s de projeto: 9,5 m;
- Manto Resistente: Blocos de betão com peso de 10 t nas zonas mais abrigadas e 145 t nas partes mais expostas à agitação, profundidade variável entre os -10 m ao Z.H. e os -22 m ao Z.H.;
- Superestrutura: Em betão com cota do coroamento +20,0 ao Z.H.;
- Filtros:
- Núcleo: *RipRap*.

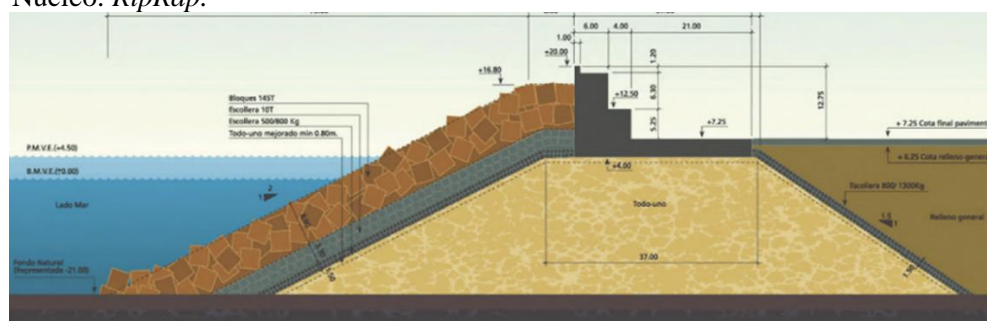


Figura 134 – Secção transversal do quebramar Torres – Fonte: PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles

Quebramar Norte(Quebramar de Parede Vertical):

- Estrutura: Caixões celulares de betão armado;
- Superestrutura: Em betão com cota do coroamento de +24,0 ao Z.H.;
- Camada Base: Gravelha para nivelar o fundo;
- Prima de fundação: Pedra 150/250 Kg;
- Prisma de Alivio:
- Camada de proteção da risberma: Blocos de betão de 145 t.

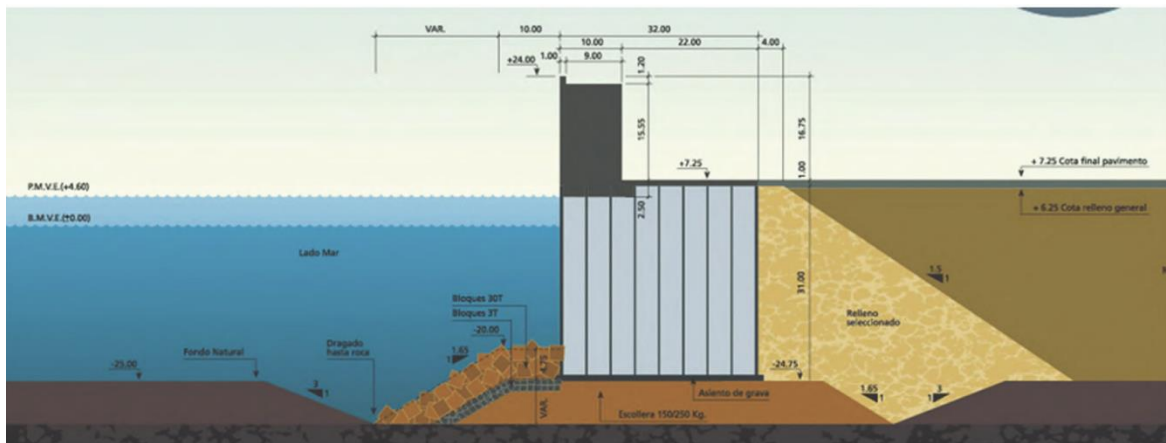


Figura 135 - Secção transversal do quebramar Norte – Fonte: PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles

Fontes: PIANC. (2012). *PIANC Yearbook 2011 – Technical Articles*. PIANC, Bruxelas.

FASE 2 DA EXPANSÃO DO TERMINAL DE CONTENTORES, PORTO DO PANAMÁ, PANAMÁ

Localização: Terminal de Contentores, do Porto do Panamá, na cidade do Panamá, com ligação ao Oceano Pacífico e ao Mar das Caraíbas.

Objetivos da intervenção:

- Aumentar a profundidade dos cais de acostagem para os -16,7 m ao Z.H.;
- Aumentar a área de terrapleno dos 14 hectares para 40 hectares;
- Aumentar o número de equipamentos de cais;
- Aumentar o número de cais de acostagem e o comprimento do mesmo.



Figura 136 - Projeto de ampliação do terminal – Fonte: na ficha

Nova estrutura:

- Cravação de estacas de betão armado;
- Aterro e revestimento em rocha debaixo dos cais de acostagem;
- Colocação de painéis pré-fabricados entre os pilares, defensas e carris para os pórticos de cais.

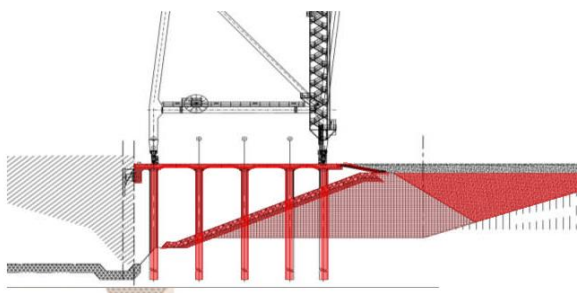


Figura 137 - Secção transversal do terminal – Fonte: na ficha

Fontes: PSA Panama International Container Terminal - Phase 2 Expansion | Dredging & Earthworks Contract - Quay contact. Sítio da Internet

(<http://portalcip.org/wp-content/uploads/2017/05/11.30-hs-Koen-Robijns.pdf>). 25/06/2018.

ANEXO E: EXEMPLOS DE PROJETOS DE EXPANSÃO DE PORTOS E QUEBRAMARES

EXPANSÃO DO PORTO DE ALGECIRAS, ESPANHA

Localização: Baía de Algeciras, no Sul de Espanha com ligação ao Oceano Atlântico e ao Mar Mediterrâneo.

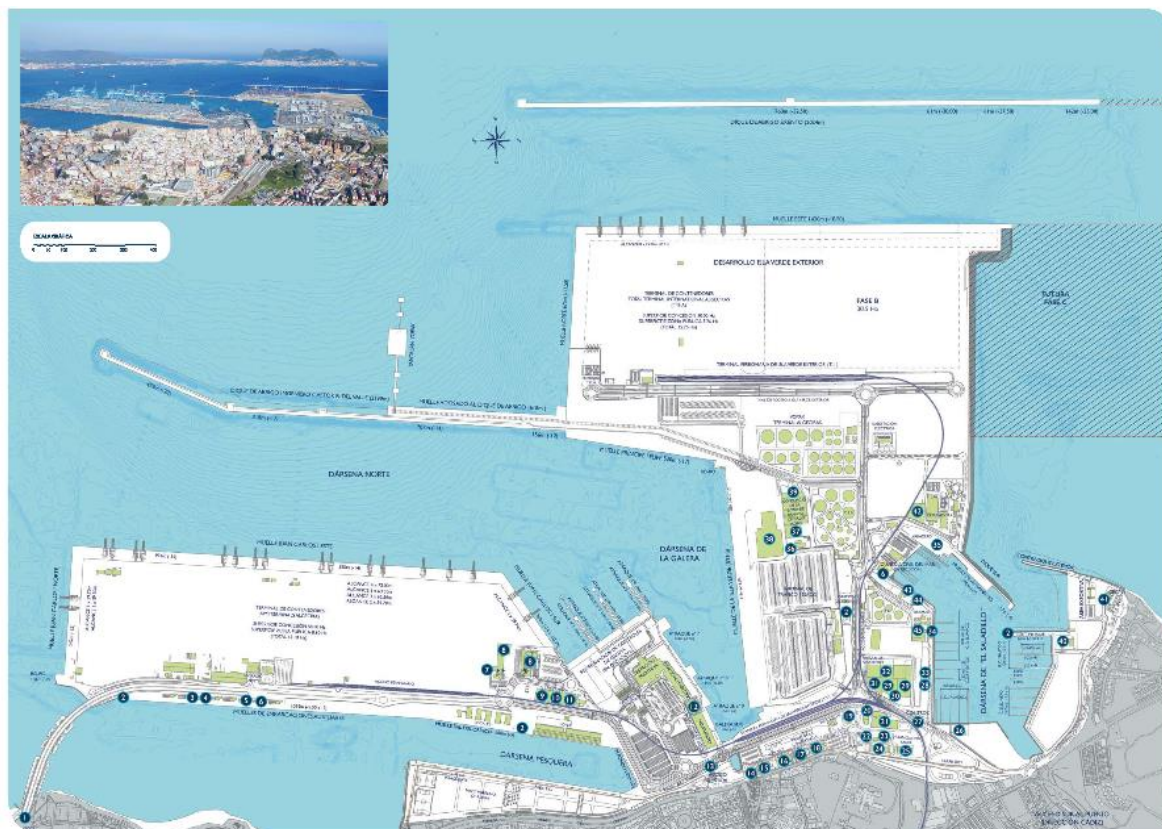


Figura 138 - Planta do Porto de Algeciras – Fonte: APBA, 2017

Fontes: APBA. (2017). *Plano Map 2016-17*. Sítio da Internet (<http://www.apba.es/bundles/common/docs/publicaciones/plano-2016-2017.pdf>). 25/06/2018.

CONSTRUÇÃO DO NOVO PORTO DA CORUNHA, ESPANHA

Localização: Corunha, Espanha, com ligação ao Oceano Atlântico.

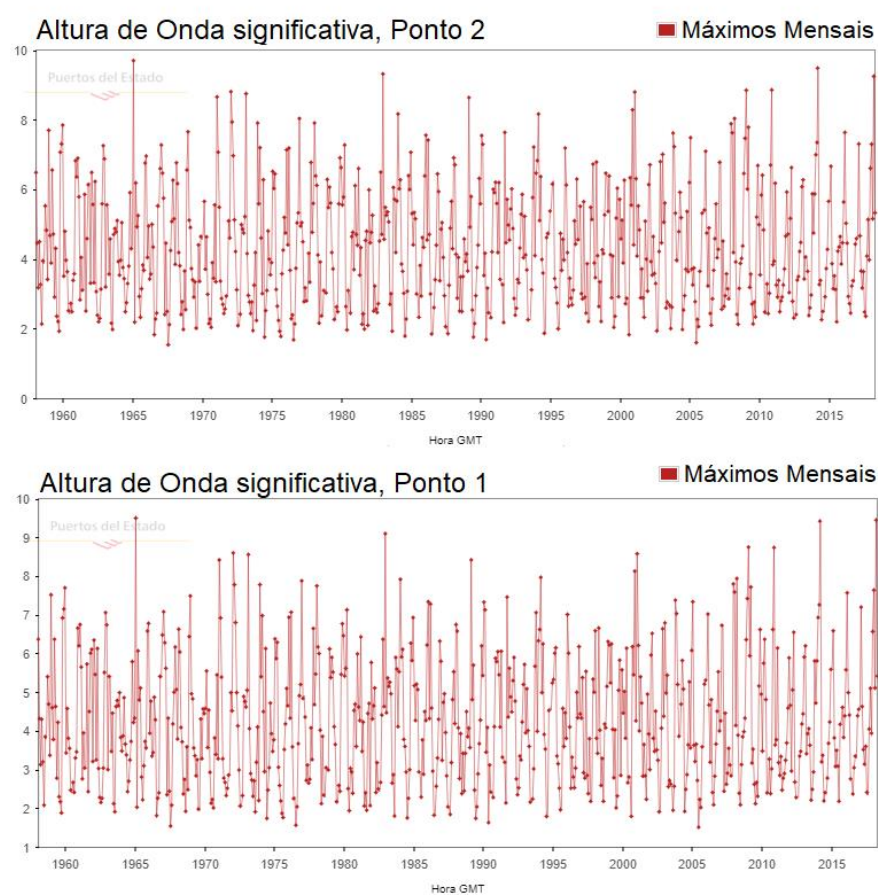
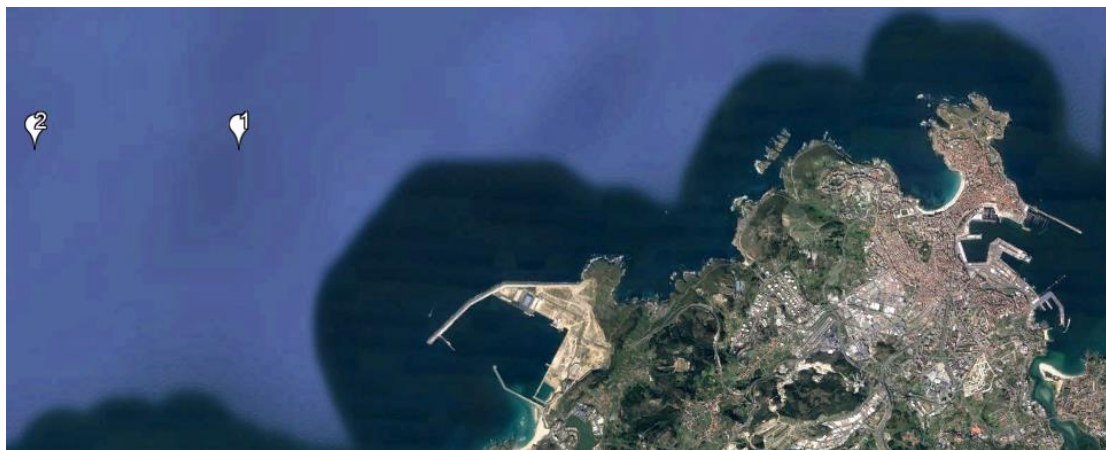


Figura 139 – Localização e registo da altura de onda significativa por máximos mensais - Fonte: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx> (22/04/2018)

Quebramar de taludes:

Dados de Projeto:

- $H_s = 15,1$ m com um período de 16 s correspondente a um período de retorno de 140 anos;
- $H_{MAX} = 26$ m.

Características do Quebramar:

Cota do Coroamento: +17,35 m ao Z.H.

Manto Resistente:

- Inclinação do talude: 2:1 e 1,75:1
- Peso dos blocos: 150 t a 195 t
- Espessura do manto: 8,1 m
- Forma: Blocos Cúbicos

Espessura total dos filtros: 5,5 m

1º Filtro:

- Peso dos blocos: 15 t

2º Filtro:

- Peso dos blocos: 1 t

Risberma:

- Pesos dos blocos: 50 t
- Forma: Blocos Cúbicos

Parte Interior dimensionada para eventuais galgamentos

- Camada Superior:
 - Peso dos blocos de betão oco: 52 t
- Filtro:
 - Peso dos blocos de rocha: 500 Kg

Fontes:

Freire *et al.* (2012).

Gutiérrez-Serret, R., Grassa, J.M., Grau, J.I.. (2009). *Breakwater Development in Spain. The Last Ten Years. Presented at Coasts, Marine Structures and Breakwaters 2009 Adapting to Change.* Sítio da Internet

(<http://www.kennisbank-waterbouw.nl/breakwaters/reference/BRKref118.pdf>). 24/06/2018.

www.puertos.es

ANEXO F: AVALIAÇÃO DE IMPACTES AMBIENTAIS

PROLONGAMENTO DO QUEBRAMAR NO PORTO DE LEIXÕES, PORTO

		Prolongamento de 300m				Sem Projeto	
		Fase de Construção		Fase de Exploração			
Área de Estudo		Natureza do Impacte	Magnitude	Natureza do Impacte	Magnitude	Natureza do Impacte	Magnitude
Geologia		-	2	+	2	N/A	N/A
Dinâmica Costeira e Estuarina		-	1	+	1	-	2
Recursos Hídricos		-	2	+	2	N/A	N/A
Uso de Solo		-	2	N/A	N/A	N/A	N/A
Qualidade de Sedimentos		-	2	+	2	N/A	N/A
Qualidade da Água		-	2	+	2	N/A	N/A

		Prolongamento de 300m				Sem Projeto	
		Fase de Construção		Fase de Exploração			
Área de Estudo		Natureza do Impacte	Magnitude	Natureza do Impacte	Magnitude	Natureza do Impacte	Magnitude
Análise de risco		-	2	+	3	-	N/A
Fatores sócio económicos	Demografia	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Atividades económicas	+	1	-	2	N/A	N/A
	Atividade portuária	-	1	+	3	N/A	N/A
	Qualidade de vida	+/-	1	+	2	N/A	N/A
Paisagem		-	3	-	3	N/A	N/A

		Prolongamento de 300m				Sem Projeto	
		Fase de Construção		Fase de Exploração			
Área de Estudo		Natureza do Impacte	Magnitude	Natureza do Impacte	Magnitude	Natureza do Impacte	Magnitude
Património		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fatores Biológicos e Ecológico		N/A	N/A	+	1	N/A	N/A
Ruído		-	1	N/A	N/A	N/A	N/A
Clima		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Legenda	
Natureza do Impacte	Magnitude
"+" Positivo	N/A - Nulo
"-" Negativo	1 - Reduzido
	2 - Moderado
	3 - Elevado

Figura 140 - Matriz síntese de avaliação de impactes ambientais - Fonte: Adaptado Pinto, 2016

DESCRIPTOR AMBIENTAIS		GRUPOS DE ACÇÕES DE PROJECTO POTENCIALMENTE GERADORAS DE IMPACTES				
		FASE DE CONSTRUÇÃO			FASE DE EXPLORAÇÃO	
		Instalação e operação do estaleiro e estruturas de apoio (incluindo pré-fabricação in situ de blocos de betão)	Fornecimento de materiais de construção	Construção do quebra-mar	Presença do projeto / funcionamento geral do porto pós-projeto	Intervenções de manutenção da estrutura
Geologia e geomorfologia		0	0	0	- 1 P	+ 1 P
Recursos hídricos subterrâneos		0	n/a			n/a
Recursos hídricos superficiais		0	0	- 1 T	- 1 P	n/a
Hidrodinâmica e regime sedimentar		n/a	n/a	n/a	- 1 P	- 1 a - 2 P
Qualidade dos sedimentos		n/a	n/a	- 1 T	- 1 T	- 1 T
Qualidade do ar		- 1 T	- 1 T	- 1 T	0	- 1 T
Ambiente sonoro		- 1 T	- 1 T	- 1 T	- 1 T	- 1 T
Sistemas ecológicos		0 a - 1 T	n/a	- 1 T / P	0	- 1 T
Ordenamento do território e condicionantes		- 1 T	- 1 T	- 1 P	+ 2 a 3 P	0
Património Cultural (nútico e subaquático)		n/a	n/a	0	n/a	n/a
Paisagem		- 1 a - 2 T	- 1 a - 2 T	- 2 P	- 2 P	- 1 T
Socioeconomia	Afetação das populações / atividades económicas / acessibilidades	- 1 T	- 1 T	- 1 T	+ 1 P	- 2 P
	Segurança da navegação e operação portuária; Atividades económicas e emprego	+ 3 T	+ 3 T	+ 3 T	+ 3 P	+ 3 P

Sentido valorativo	Gravidade de significância	Código de cores	Duração
"0"	Nulo ou insignificante	0	
"+" - Positivo	Pouco significativo	- 1	+ 1
"+" - Positivo	Significativo	- 2	+ 2
"+" - Positivo	Muito significativo	- 3	+ 3
"-" - Negativo			
"T"			"T" - Temporário
"P"			"P" - Permanente

Figura 141 - Matriz síntese de avaliação de impactes ambientais - Fonte: Adaptado Nemus, 2018

Neste trabalho, pretende fazer-se uma comparação entre duas abordagens distintas, no que se refere às principais diferenças observadas entre as duas matrizes, na fase de construção do prolongamento do quebramar, com a seguinte caracterização, para as várias tabelas de classificação de impactes ambientais apresentadas neste trabalho:

- Sentido Valorativo/Natureza do Impacte: (+) positivo e (-) negativo
- Magnitude/Escala: de 0 a +3 e de -3 a 0
 - N/A – Não se admite
 - 0 – Nulo
 - 1 – Reduzido
 - 2 – Moderado
 - 3 – Elevado
- Descrição: P – Permanente e T – Temporário

Tabela 22 - Comparação entre classificação dos descritores dos dois estudos na fase de construção – Fonte: Adaptado Nemus, 2018 e Pinto, 2016

Descritores	Catarina Pinto, 2016	Justificação	EIA	Justificação
Geologia e Geomorfologia	- 2 P	Alteração da morfologia das praias Necessidade de realização de dragagens	0	Utilização de material de empréstimo
Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos	- 2 T	Degradação dos recursos hídricos devido à realização de dragagens	- 1 T	Turvação da água devido à fratura de blocos durante a sua colocação Degradação da qualidade da água por derrames ou por efluentes com origem no estaleiro
Hidrodinâmica e Regime Sedimentar	- 1 P	Provocação de progressivas alterações, mas já consideradas para o fim da construção	N/A	Provocação de progressivas alterações consideradas na fase de exploração
Uso do Solo	- 2 T	Conflito com a exploração do posto da Galp	- 1 P	Restrições e servidões aplicáveis
Qualidade dos Sedimentos	- 2 P	Derrames de óleo e outros contaminantes	- 1 T	Ressuspensão de partículas utilizadas no núcleo devido à fraca consolidação Alteração da cor e turbidez da água

				Possibilidade de remobilização de metais e compostos orgânicos assimilados nos sedimentos
Fatores Biológicos	N/A	Não provocará a destruição de nenhum habitat ou cobertura vegetal	- 1 T/P	Destruição de ecossistemas devido às dragagens Destabilização de ambientes naturais
Ruído	- 1 T	Equipamentos pesados para os diferentes trabalhos Circulação de maior número de veículos na área envolvente	- 1 T	Tráfego rodoviário Atividade construtiva
Afetação da população e atividades económicas	- 1 T	Aumento do ruído e do tráfego Interferência com os trabalhadores do posto da Galp	- 1 T	Aumento do tráfego rodoviário e do ruído na área envolvente
	+ 1 T	Aumento do consumo devido à presença de trabalhadores afetos à obra		

Tabela 23 - Comparação entre classificação dos descritores dos dois estudos na fase de exploração – Fonte: Adaptado Nemus, 2018 e Pinto, 2016

Descritores	Catarina Pinto, 2016	Justificação	EIA	Justificação
Geologia e Geomorfologia	+2 P	Necessidade de menor número de dragagens no anteporto	- 1 P	Erosão na zona Sul e maior vulnerabilidade, caso ocorram galgamentos
		Aumento do areal na zona Norte	+ 1 P	Necessidade de menor número de dragagens Aumento do areal na zona Norte
Recursos Hídricos	+ 2 P	Necessidade de menor número de dragagens	- 1 P	Necessidade de menor número de dragagens Menor dispersão de poluentes
Hidrodinâmica e Regime Sedimentar	+ 1 P	Proteção costeira e sob o ponto de vista de atividade balnear	- 1 a -2 P	Aumento da altura de onda significativa e consequente modificação da linha de rebentação Diminuição das condições pretendidas para prática de surf Acentuar efeitos na circulação costeira Aumento da deposição de sedimentos provenientes do Rio Leça

			+ 2 a + 3 P	Redução da agitação marítima e na intensidade da corrente residual e consequente melhoria das condições de navegabilidade Promoção da prática balnear
Uso do Solo	N/A		+ 2 a 3 P	Promoção da atividade portuária
Qualidade dos Sedimentos	+ 2 P	Diminuição do número de dragagens	- 1 T	Dragagem de sedimentos e potencial de ressuspensão de partículas e de substâncias contaminantes
Fatores Biológicos	+ 1 P	Promover a criação de habitats para espécies bivalves	- 1 T	Perturbação temporária dos meios pelágico e bentónico
Ruído	N/A		- 1 T	Necessidade de realização de eventuais obras futuras
Afetação da população e atividades económicas	- 2 P	Diminuição das condições para a prática de surf	+ 1 P	Promoção da prática balnear
			- 2 P	Diminuição das ondas para a prática de surf

APROFUNDAMENTO DO CANAL DE APROXIMAÇÃO AOS ESTALEIROS NAVAIS DO PORTO DE VIANA DO CASTELO, PORTUGAL

FATORES

Figura 142 - Matriz do AIA do projeto de dragagem do canal de acesso aos estaleiros navais de Viana do Castelo – Fonte: Consulmar, 2017

Tabela 24 - Comparação entre avaliações na fase de construção - Fonte: Adaptado Consulmar, 2017

Fase		Construção		
Área de Estudo	EIA	Justificação	Presente Estudo	Justificação
Clima	0	Não existe o risco	0	Não existe o risco
Geologia	- 1T	Alteração da morfologia do fundo	- 1T	Necessidade de realização de dragagens Alteração da morfologia do fundo
Recursos Hídricos	0	A dragagem ocorre na zona de transição entre o rio e o mar	-1T	Degradação dos recursos hídricos devido à realização de dragagens
Hidrodinâmica	X	Terão significado na fase de exploração	X	Alteração do fundo marítimo mas com significado representativo na fase de exploração
Morfologia Costeira	X	Terão significado na fase de exploração	X	Alteração da hidrocinâmica que pode provocar alterações na morfologia costeira e na transferência de sedimentos com significado representativo na fase de exploração

Qualidade da Água	- 1T	Suspensão do material sedimentar pode promover a turvação da água Transferência de eventuais contaminantes para a água	- 1T	Suspensão de material sólido das dragagens Turvação da água devido às dragagens Risco de derrames de óleos e contaminação
Qualidade do Ar	- 1T	Emissão de poluente por diversos meios de transporte Eventual deposição na água ou no solo devido à precipitação	- 1T	Emissão de poluentes para a atmosfera por equipamentos de construção ou meios de transporte
Qualidade dos Sedimentos	0	Não existe o risco de eventuais contaminantes em suspensão	- 1T	Potencial risco de contaminação devido a derrames
Ruído e Vibrações	- 1T	Utilização de explosivos com medidas de proteção de eventuais danos noutras estruturas Ruído do navio dragador	- 2T	Utilização de material explosivo para a realização de dragagens Ruído do navio dragador e outros meios de transporte envolvidos na obra
Áreas Classificadas	0	Suspensão de material dragado momentâneo precipitando-se rapidamente no fundo Eventual formação de plumas de sedimentos	- 1T	Suspensão de material dragado Destabilização temporária de ambientes naturais
Ecologia Marino-estuarina	- 2P	Risco de poluição devido a derrames Aumento da turbidez reduzida Destruição de alguns habitats Alteração da tranquilidade das espécies presentes	- 3P	Destruição de alguns habitats Destabilização do ambiente natural das espécies presentes Eventual destruição de nutrientes presentes no fundo do mar Risco de poluição devido a derrames Aumento da turbidez devido à realização de dragagens

		Destruição do habitat da comunidade bentónica e fauna associada Eventuais derrames com origem no navio		
Paisagem	0	Trabalhos ocorrem numa área imersa	0 ou -1T	Impacte pouco significativo, o equipamento necessário será o navio draga
Uso do Solo	0	Não afeta a normal circulação de outras embarcações	-1T	Conflito com o normal funcionamento do porto Aumento do volume de tráfego nas áreas adjacentes
Emprego	+1T	Criação de postos de trabalho	+1T	Criação de postos de trabalho temporários
Atividades Económicas	0	Dinamização pouco relevante de outras atividades económicas	0	Dinamização temporária de atividades económicas pouco significativas
Património	X		X	

Tabela 25 – Comparação entre avaliações na fase de exploração – Fonte: Adaptado Consulmar, 2017

Fase		Exploração		
Área de Estudo	EIA	Justificação		Justificação
Clima	0	Não existe o risco		0 Não existe o risco
Geologia	0	Eventual necessidade de futuras dragagens	0 ou -1T	Alteração da morfologia do fundo devido à realização de futuras dragagens
Recursos Hídricos	0	Não tem impactes ao nível de disponibilidades e escoamento	0	Sem impactes significativos
Hidrodinâmica	+1P	Redução dos índices de agitação na zona dragada Aumento dos índices de agitação na zona Oeste e Este do canal	+1P	Redução dos índices de agitação na zona dragada e consequente melhoria das condições de navegabilidade Aumento dos índices de agitação noutras áreas
Morfologia Costeira	-1P	A possibilidade de a dragagem contribuir para manter a	-1P	A realização do projeto poderá acentuar os efeitos

		tendência de recuo da linha de costa Acentuar o efeito de captação dos sedimentos da deriva litoral, somando-se à captação já verificada pode reduzir ainda mais o trânsito sedimentar costeiro		presentes de recuo da linha de costa
Qualidade da Água	+1P	Maior volume de água na zona de transição entre o rio e o mar, logo uma maior capacidade de diluição	+1P	Maior volume de água na zona dragada Menor índice de agitação, o que pode levar a uma menor capacidade de dispersão de cargas poluentes
Qualidade do Ar	0	O aumento do número de navios não representa um aumento do volume de gases emitidos	0	Não se prevêem emissões consideráveis durante a fase de exploração
Qualidade dos Sedimentos	0	Não existe o risco	0 ou -1T	Necessidade de realizar futuras dragagens e potencial de ressuspensão de partículas e de substâncias contaminantes
Ruído e Vibrações	0	Não se prevê alteração face à situação atual	0	Não se prevê alteração face à situação atual
Áreas Classificadas	0	Não se prevêem impactos significativos	0 ou -1T	Eventual necessidade de recorrer a futuras dragagens
Ecologia Marino-estuarina	-1T	Eventual necessidade de futuras dragagens	-1T a -2T	Eventual necessidade de futuras dragagens Destruição de alguns habitats
Paisagem	0	Situação semelhante à atual	0	Situação semelhante à atual
Uso do Solo	0	Nulo	0	Nulo
Emprego	+3P	Aumento em cerca de 400 postos de trabalho	+2P	Criação de postos de trabalho
Atividades Económicas	+3P	Aumento da atividade do estaleiro naval Aumento do VAB em cerca de 90 milhões de €	+2P	Melhoria das condições de navegabilidade Aumento da atividade do estaleiro

			Possibilidade de receção de navios de maior calado
Património	X	X	

